

HANDLEIDING

TOT

ALGEMEENE KENNIS VAN DEN AARDBOL.

HANDLEIDING

TOT

ALGEMEENE KENNIS VAN DEN AARDBOL.

EEN VOLKSLEESBOEK.

UITGEGEVEN DOOR DE

MAATSCHAPPIJ:

TOT NUT VAN 'T ALGEMEEN.

(BIJDRUK.)

TE AMSTERDAM, BIJ
DE ERVEN HENDRIK VAN MUNSTER EN ZOON
EN
JOHANNES VAN DER HEY EN ZOON.
1840.



VOORBERIGT.

Bekend te worden met de plaats, waar wij ons bevinden, en de voorwerpen, welke ons omringen, is eene behoefte van de menschelijke natuur, die bij elke schrede om voldoening vraagt. De kennis van den met zooveel wijsheid geordenden wereldbol, dien wij bewonen, mag daarenboven geacht worden met onze verstandelijke en zedelijke ontwikkeling in naauw verband te staan, althans bij uitnemendheid geschikt te zijn, om het hart te stemmen tot eerbiedige bewondering van Hem, die daarvan de verhevene oorzaak is.

Met den wensch, dat dit laatste de gezegende vrucht moge zijn der lezing van dit Geschrift, wordt het allen aangeboden, die op zoodanige kennis, ook om dier gevolgen wille, prijs stellen. De Maatschappij verlangde en beoogde dit doel, toen zij meer dan eens de hiertoe betrekkelijke Prijsvraag uitschreef. Zij deed bovendien van hare hooge belangstelling in dit onderwerp blijken door eene buitengewone prijsuitloving, waarbij tien Gouden Dukaten *aan de Gouden Medaille werden toegevoegd. Bij herhaling mislukte hare poging, welke zij eindelijk ten derden male met die gewenschte uitkomst bekroond zag, dat aan den verdienstelijken arbeid van den Heer* GEURT KORNELIS TIMMER, *Onderwijzer te* Arnhem, *de uitgeloofde Eereprijs, met eene bijzondere overeenstemming tusschen de Beoordeelaars, kon worden toegekend.*

Werden de vroegere Werken, welke de Maatschappij over Natuurkunde, Natuurlijke Historie *en dergelijke onderwerpen uitgaf, en waaraan zich het onderhavige op eene doeltreffende wijze aansluit, met eenigen bijval ontvangen; de Maatschappij vertrouwt, dat, ook ten aanzien van dit Geschrift, den Schrijver de goedkeuring niet zal ontgaan, die zijne bescheidenheid minder verwacht, dan zijne bekwaamheid verdient.*

AMSTERDAM,
17 December, 1840.

Op last der Maatschappij:

P. M. G. VAN HEES,
Adjunct-Secretaris.

INHOUD.

BEANTWOORDING

DER

PRIJSSTOFFE:

Een Volksleesboek, tot handleiding eener algemeene kennis van den Aardbol.

DOOR

GEURT KORNELIS TIMMER,

ONDERWIJZER TE ARNHEM.

INLEIDING.

De Heer ZEEHOF, Kapitein ter Zee, die zich in onderscheidene gevechten als een dapper man had doen kennen, en zich op zijne menigvuldige togten steeds had beijverd, om zijne kundigheden te vermeerderen, genoot thans, gedurende den vrede, eene welverdiende rust in den schoot van zijn gezin. Hij bewoonde een aangenaam gelegen landhuis, bij het dorp *B.*, in de nabijheid der stad *A.* Hier wijdde hij zich geheel aan de opvoeding en het onderwijs zijner kinderen; terwijl hij tot uitspanning gedurende het schoone jaargetijde eenig tuinwerk verrigtte, of zich met de beschouwing der Natuur verlustigde. In den winter hield hij zich met Letterkundige oefeningen bezig, en sleet alsdan menig genoegelijk avonduur in de beschouwing van den helderen sterrenhemel, welke hem telkens met eerbied en bewondering voor den Almagtige vervulde. — Zijne meer dan gewone kundigheden maakten hem tot vraagbaak zijner dorpgenooten; en daar hij gaarne ieder met zijnen raad ten dienste stond, verwierf hij zich eene algemeene hoogachting. Het kostte hem dan ook weinig moeite, de beschaafdste ingezetenen zijner woonplaats te overreden, om Leden te worden van het Departement der Maatschappij: *Tot Nut van 't Algemeen*, hetwelk in de naburige stad *A.* gevestigd was. Over-

tuigd van het uitgestrekte nut, dat deze Maatschappij over het algemeen verspreidt, zoowel als van dat, hetwelk de Vergaderingen der Departementen, doelmatig ingerigt zijnde, voor ieder in het bijzonder aanbrengen, was hij een ijverig voorstander van de eerste, en verzuimde hij, zonder gewigtige redenen, nimmer de laatste. Na den afloop der Vergaderingen, met zijne vrienden naar huis terugkeerende, vonden zij bijna altijd in de gehoorde Voorlezing eene geschikte aanleiding tot een nuttig en leerzaam gesprek. Regt vergenoegd stapte de Heer ZEEHOF op zekeren avond met hen de stadspoort uit; het was hem aan te zien, dat hij met de gehoorde Voorlezing zeer ingenomen was, en hij gaf dit ook terstond aan zijne vrienden te kennen, die zich hierover zeer verwonderden, daar bij hen juist het tegenovergestelde plaats had. — Een der Werkende Leden van het Departement had zijne toehoorders bepaald bij het hoogst aangename en nuttige van eene algemeene kennis van onzen Aardbol, en met kracht van redenen aangedrongen op het bevorderen van deze kennis.

Het viel den Heer ZEEHOF spoedig op, dat zijne vrienden niet in zijne vooringenomenheid met dit onderwerp deelden. Hij begreep ligtelijk, dat de reden hiervan alleen in hunne gebrekkige kennis van de Aarde gelegen was, waardoor hun veel van het gehoorde duister en onverstaanbaar moest voorkomen, en hij besloot gereedelijk, deze gelegenheid aan te grijpen, om hen dienaangaande beter in te lichten. De warmte, waarmede de Heer ZEEHOF over dit onderwerp sprak, overtuigde hen, dat dit werkelijk hoogst belangrijk moest zijn, en als uit éénen mond verzochten zij hem, hun daaromtrent iets naders mede te deelen. Volgaarne voldeed hij aan dit verlangen; er werd bepaald, dat zij wekelijks eenen avond bij hem zouden komen, alswanneer hij zou trachten, hen eene algemeene kennis van den Aardbol te doen verkrijgen, om daardoor niet alleen hun verstand te verlichten, maar vooral ook hun hart te stemmen tot dankbare liefde

voor den Almagtigen Schepper, wiens wijsheid en goedheid daarin zoo luisterrijk uitblinkt.

De Heer ZEEHOF vermeende, dat hij hierin het doelmatigst zou te werk gaan, door hen geregeld, bij wijze van voorlezing, den aard en de hoedanigheid van den Aardbol, deszelfs vorm en uitwendige gesteldheid, evenredige grootte en bijzondere betrekking tot andere hemelligchamen te leeren kennen, waardoor hij telkens gelegenheid zou vinden, hen de diepe wijsheid en Vaderlijke liefde van den Schepper te doen opmerken.

Naauwelijks was het bepaalde uur aangebroken, of de vrienden van den Heer ZEEHOF bevonden zich reeds bij hem, zoodat hij terstond tot het door hem voorgenomen onderrigt kon overgaan.



EERSTE AFDEELING.

WISKUNDIGE AARDRIJKSKUNDE.

EERSTE LEZING.

Over de gedaante der Aarde.

Het is zeer natuurlijk, dat, wanneer men eenig voorwerp nader wil leeren kennen, men zich allereerst bepaalt tot deszelfs gedaante. Ook wij zullen, bij onze beschouwingen van den Aardbol, ons eerst met zijne gedaante bezig houden, ten einde daarna te gemakkelijker de grootte en beweging van denzelven te leeren kennen. De oude bewoners dezer Aarde maakten zich over het algemeen zeer vreemde en dikwerf ongerijmde voorstellingen van de Aarde, hetgene u wel niet zal verwonderen, als gij in aanmerking neemt, dat zij geheel verstoken waren van de kennis der onontbeerlijke wetenschappen en werktuigen, die tot de regte kennis van de gedaante der Aarde kunnen leiden. Ik acht het onnoodig, u de verschillende meeningen, welke dienaangaande bij hen bestonden, mede te deelen; het zij u genoeg, dat de Grieksche Wijsgeer PYTHAGORAS, die omtrent 586 jaren vóór de geboorte van CHRISTUS leefde, de eerste was, die beweerde, dat de Aarde eene ronde gedaante heeft. Deze leer vond evenwel, gedurende verscheidene eeuwen, niet veel bijval, door de onkunde der menigte en den tegenstand van bijgeloovige Kerkvaders. Eindelijk, nadat eene

meer algemeene beoefening der wetenschappen, inzonderheid der Natuur- en Wiskunde, het bijgeloof had verbannen, en nuttige kundigheden onder alle standen der menschelijke zamenleving zich begonnen te verspreiden, werd het denkbeeld, dat de Aarde eene ronde gedaante heeft, algemeen aangenomen. — Voor den redelijk denkenden mensch is het echter niet genoeg, deze waarheid, als 't ware, blindelings te gelooven; hij zoekt er zich door deugdelijke bewijzen van te overtuigen, zoowel tot zijne eigene voldoening, als tot het te regt helpen van minkundigen. Ook bij u, mijne vrienden! vooronderstel ik deze waarlijk loffelijke zucht tot onderzoek, en zal dus trachten haar te bevredigen.

Al wisten wij niet op onbetwistbaar zekere gronden, die ik u later zal opgeven, dat de Aarde rond is, dan zouden wij door de volgende opmerkingen reeds gedrongen worden, ons haar als zoodanig voor te stellen. Door de ronde gedaante toch, is de Aarde het best geschikt voor bewoning; want, verbeeldt u eens, dat zij eene platte gedaante had, of den vorm van een' dobbelsteen, of welken anderen ook, dan zouden natuurlijk de hoeken of kantstukken niet bewoond kunnen worden, en de Aarde daardoor minder geschikt zijn tot eene woonplaats voor menschen en dieren, waartoe zij door den Almagtigen Schepper bestemd is.

Later hoop ik u overtuigend te doen zien, dat de Aarde eene draaijende of wentelende beweging heeft; wanneer gij dit nu bij voorraad als zeker aanneemt, dan begrijpt gij ligtelijk, dat tot deze beweging geene gedaante geschikter is dan eene ronde. Het is toch te zeer bekend, dan dat ik er langer over zou behoeven te spreken, dat een bal veel ligter voortloopt dan een dobbelsteen, en dat dus wij, met ons bekrompen doorzigt, een wentelend ligchaam moetende vervaardigen, er eenen ronden vorm aan zouden geven, — en zou dit dan door den Alwijze niet geschied zijn?

Dan er is nog meer, dat voor de waarschijnlijkheid van de ronde gedaante der Aarde pleit, en daaronder reken ik, dat alle wereldbollen, die wij met het bloote of gewapende oog (dat is door teleskopen of verrekijkers) zien kunnen, zoo als de zon en maan, eene ronde gedaante hebben, en wij dus van eenen God, die in al zijne werken orde en regelma-

tigheid doet uitblinken, niet anders verwachten kunnen, dan dat Hij ook aan onze Aarde dien vorm gegeven hebbe.

Eindelijk wil ik u nog, als een bewijs voor de waarschijnlijkheid daarvan, doen opmerken, dat de ronde gedaante de natuurlijkste is, die de Aarde bij hare wording kon aannemen. Uit het Bijbelsche verhaal van de schepping weten wij, dat de Aarde, toen zij uit de hand des Scheppers het aanzijn ontving, uit eene vermenging van vaste en vloeibare deelen bestond. De ronddraaijende beweging, waarvan ik vroeger sprak, heeft zij reeds spoedig na hare wording verkregen; want op den vierden scheppingsdag, stelde God de zon tot teeken van den dag, en de maan en sterren tot teekenen van den nacht; toen bestond er dus reeds afwisseling van dag en nacht, welke, zoo als u later blijken zal, alleen door de omwenteling van de Aarde ontstaat. Door deze omwenteling nu, moesten, volgens onveranderlijke Natuurwetten, de minder vaste of weeke deelen, waaruit de Aarde toen nog bestond, als van zelve eene ronde gedaante aannemen. Gij kunt u hiervan ligt overtuigen, door een stuk weeke klei, van willekeurige gedaante, om eene spil snel om te draaijen, b. v. op eene draaibank, alswanneer gij zult bevinden, dat de klei, door dit omdraaijen, eene ronde gedaante zal aannemen.

Wij behoeven ons echter met al die opmerkingen, welke voor de waarschijnlijkheid van de ronde gedaante der Aarde pleiten, niet te vergenoegen; onbetwistbaar zekere bewijzen zullen u hiervan, hoop ik, volkomen overtuigen. Als zoodanig wil ik u in de eerste plaats wijzen op de maansverduisteringen. Ieder weet, dat bij eene maansverduistering, of maanëklips, de verlichte schijf der maan geheel of gedeeltelijk door een rond vlak verduisterd wordt. De oorzaak van dit verschijnsel zal ik u bij de beschouwing van het hemelligchaam de maan verklaren; nu zij het u genoeg, te weten, dat deze verduistering veroorzaakt wordt, doordien het beeld of de schaduw der Aarde zich op de maan vertoont. De maan is een duister ligchaam, welke al haar licht van de zon ontvangt, en op onze Aarde terugkaatst; zij kan dit licht niet ontvangen, wanneer eenig groot ligchaam, tusschen haar en de zon geplaatst zijnde, de stralen der laatste

belet, tot haar door te dringen, waardoor zij dus geheel of gedeeltelijk verduisterd wordt. Dit ligchaam kan geen ander zijn dan onze Aarde, en dus is het vlak, dat zich bij eene maansverduistering op de maan vertoont, de schaduw der Aarde. Nu is het verder algemeen bekend, dat de schaduw van een ligchaam altijd in gedaante overeenkomt met het ligchaam zelf. Zoo geeft, b. v., een toren altijd eene langwerpige spitse schaduw, een vierkant blok eene vierkante- en een rond ligchaam eene ronde schaduw. Daar nu de schaduw van de Aarde op de maan, bij eene maansverduistering, altijd rond is, zoo volgt daaruit natuurlijk, dat de Aarde eene ronde gedaante moet hebben.

Maar, zult gij misschien vragen, is het wel zoo geheel zeker, dat geen ander ligchaam dan onze Aarde zich tusschen de zon en de maan plaatst, en de laatste verduistert? Ja, mijne vrienden! dit is onbetwistbaar, en ik zou u dit uit de beweging van de Aarde met de maan ten duidelijkste kunnen verklaren; maar daar mij dit te ver van mijn tegenwoordig onderwerp zou afleiden, moet ik dit vermijden. Ik wil u echter eene opmerking mededeelen, die u allen twijfel hieraan zal benemen. — Zoo als gij alle weet, vinden wij telkens, in onze Almanakken, den tijd der maansverduisteringen vooraf opgegeven, en altijd hebben zij op de aangeduide tijden plaats; ja, men heeft het in deze berekeningen zoo ver gebragt, dat eene misrekening van slechts weinige minuten onder de Geleerden voor eene groote schande zou gehouden worden. En al die berekeningen zijn gegrond op de waarheid, dat de maan door de *Aarde* verduisterd wordt, zoodat het dwaasheid zou zijn hieraan te twijfelen.

Een tweede bewijs voor de rondheid der Aarde is de ongelijke tijd van den op- en ondergang der zon. Als ik zeg op- en ondergang der zon, volg ik den gewonen spreektrant, daar eigenlijk de zon niet op- of ondergaat, maar de Aarde in 24 uren eens omdraait, waardoor het natuurlijk moet *schijnen*, dat de zon op- en ondergaat. — Alle hebt gij zeker weleens uit eene varende schuit, of uit eenen over een' gelijken weg voortrollenden wagen, eenen boom, toren of iets dergelijks waargenomen, hetwelk naar u toe scheen te komen, of zich van u verwijderde; alle weet gij,

dat deze nadering en verwijdering slechts schijnbaar was, en alleen veroorzaakt werd, doordien het vaar- of rijtuig, waarop gij u bevondt, zich bewoog. Zoo nu moet gij u ook het schijnbaar op- en ondergaan der zon voorstellen. De ronddraaijende beweging van de Aarde, waarvan ik boven sprak, geschiedt van het westen naar het oosten, waardoor wij dus de zon aan de oostelijke zijde het eerst zien, en zij daar schijnt op te gaan. Dit opgaan geschiedt voor alle bewoners der Aarde niet op denzelfden tijd. Diegene, welke ver westwaarts van ons wonen, zien de zon nog niet, als wij ons reeds in hare stralen koesteren; daarentegen moeten wij des avonds reeds onze toevlugt tot kunstlicht nemen, als zij zich nog in het volle daglicht verlustigen. Dit verschil in tijd van den op- en ondergang der zon neemt *regelmatig* toe, naar mate men verder westwaarts komt; zoodat, als men de helft van den geheelen omtrek der Aarde in die rigting had afgelegd, men een verschil van 12 uren zou opmerken. Als het, b. v., bij ons des middags 12 ure was, zou het daar nog eerst 12 ure te middernacht zijn. — Onderscheidene Zeereizigers, die eenen togt om de Aarde gedaan hebben, bevestigen dit volkomen, doordien zij, na verloop van een jaar, terugkeerende op de plaats, van waar zij vertrokken, bevonden één' dag minder of meer te hebben, dan men op die plaats rekende. — Gedurende hunne reis hadden zij naauwkeurig iederen dag naar den Almanak berekend, en echter bestond er zulk een aanmerkelijk verschil. Van waar kwam dit toch? Het zal u wel niet moeijelijk vallen, mijne vrienden! deze zwarigheid zelve uit den weg te ruimen, als gij het bovenstaande goed begrepen hebt. Verondersteld, b. v., dat een schip, westwaarts zeilende, juist een jaar noodig had, om den weg rondom de Aarde af te leggen, en op den 1sten Mei des morgens ten 6 ure van *Amsterdam* vertrok; dan zou het op den 1sten November om 6 ure des morgens de helft van den omtrek der Aarde hebben afgelegd; maar, zoo als ik straks zeide, is het daar eerst middernacht, als het in *Amsterdam* reeds middag is: voor *Amsterdam* is het dus op dat tijdstip 6 ure des avonds. Door het afleggen van de andere helft van den omtrek der Aarde, ontstaat wederom een verschil van

12 uren, zoodat de schepelingen, volgens hunne berekening, op den 1sten Mei te *Amsterdam* terugkomende, een' dag verloren hebben, dewijl men daar reeds 24 uren verder rekent, en dus den 2den Mei heeft. Oostwaarts zeilende, winnen zij natuurlijk 24 uren, en zouden alzoo in het bovengestelde geval op den 1sten Mei in *Amsterdam* terugkomen, terwijl het daar eerst den 30sten April was.

Uit dit alles zal het u, vertrouw ik, duidelijk zijn, dat de tijd van op- en ondergang der zon werkelijk verschilt, naar mate de plaatsen meer oost- of westwaarts gelegen zijn, en dit kan weder geene plaats vinden, dan wanneer de Aarde, ten minste van het oosten naar het westen, eene ronde gedaante heeft. Bij elken anderen vorm toch, hetzij vierkanten of platten, of welken men zich ook voorstelle, bestaan altijd uitgestrekte vlakten, wier bewoners op denzelfden oogenblik de zon zouden zien op- en ondergaan. Dit nu heeft nergens plaats, en hieruit kunnen wij dus met volkomene zekerheid besluiten, dat de Aarde, in de rigting van het oosten naar het westen, rond is.

Doch ook voor de rondheid, in de rigting van het noorden naar het zuiden, bestaat een niet minder deugdelijk bewijs. Alvorens u dit mede te deelen, zal het noodig zijn, een paar aanmerkingen te laten voorafgaan, die ik later breedvoeriger zal behandelen, doch die gij nu, tot regt begrip van het bedoelde bewijs, niet geheel kunt missen. Ik sprak reeds vroeger, met een enkel woord, van de wentelende of draaijende beweging der Aarde; nu begrijpt gij ligt, dat, als een ligchaam ronddraait of wentelt, er, als 't ware, twee punten zijn, om welke deze beweging geschiedt. Zoodanige punten onderstelt men ook bij de Aarde, en noemt ze *polen*, en daar de beweging der Aarde van het westen naar het oosten geschiedt, zijn zij natuurlijk in het noorden en zuiden gelegen, en worden, om die reden, in noord- en zuidpool onderscheiden. Verder schijnt het ons toe, dat de vlakte des hemels, of liever het luchtgewelf, zich boven ons, van het oosten naar het westen, in eenen kring beweegt, en moeten er dus ook aan den sterrenhemel twee punten zijn, om welke deze schijnbare beweging geschiedt; men noemt deze polen of as-

punten van den hemel; ook zij bevinden zich juist in het noorden en zuiden, waarom men ze ook onderscheidt in noordpool en zuidpool. Digt in de nabijheid van de noordpool des hemels, staat eene ster, die men voor dit aspunt houdt, en om die reden poolster of noordster noemt, Deze ster is gemakkelijk te vinden, als zijnde de uiterste van het sterrenbeeld den *kleinen beer*, hetwelk, in het dagelijksche leven, algemeen bekend is onder den naam van den *kleinen wagen*. Deze poolster nu, ziet men op alle plaatsen van den Aardbol niet even hoog aan den hemel staan; hoe meer men naar het noorden gaat, hoe hooger zij staat, totdat men, aan de noordpool der Aarde gekomen zijnde, haar regt boven zich ziet. Juist in het midden, tusschen de noord- en zuidpool der Aarde, ziet men haar zoo laag mogelijk aan den gezigteinder, en slechts een weinig meer naar het zuiden, verliest zij zich geheel; terwijl daarentegen de sterren, die zich tegenover de zuidpool der Aarde bevinden, zich hoe langer hoe meer verheffen, daar men ze meer naar het noorden nooit had kunnen zien. Ik zal u dit door eene teekening nog duidelijker trachten te maken. — Verbeeldt u in den cirkelomtrek (Fig. 1) den omtrek der Aarde, *a* de noordpool, *b* de zuidpool en S de noordster. Aan de noordpool heeft men natuurlijk de ster S regt boven zich. Van het punt *c* ziet men haar schuiner, in *d* en *e* nog al schuiner, terwijl men haar in *m* langs het vlak der Aarde, en dus juist aan den gezigteinder ziet. Meer naar de zuidpool *b* ziet men haar in het geheel niet, terwijl daar hetzelfde geval plaats heeft met de sterren, die tegenover de zuidpool staan. Als nu de Aarde eene platte vlakte of schijf was, die alleen van het oosten naar het westen eene ronde gedaante had, dan moest men immers de noord- en zuidster op de boven- en benedenzijde der schijf, of op die vlakte, welke naar de noord- of zuidster gekeerd was, overal even hoog zien; want de grootte van die vlakte kan in vergelijking van den oneindigen afstand dier ster volstrekt niet in aanmerking komen. Dit nu heeft geene plaats, zoodat de Aarde, ook in de rigting van het noorden naar het zuiden, geene andere dan eene ronde gedaante kan hebben.

Een derde bewijs voor deze rondheid is de beperktheid van onzen gezigteinder.

Als wij ons op eene uitgestrekte vlakte bevinden, waar niets het oog verhindert vrij vooruit te zien, dan schijnt het ons toe, dat het uitspansel, of, zoo als men gewoonlijk zegt, de lucht, zich met de Aarde vereenigt, en voor het oog alles verbergt, wat daarachter gelegen is; de plaats, waar deze vereeniging van lucht en Aarde schijnt te bestaan, noemt men gezigteinder. Zoo nu de Aarde geene ronde gedaante had, dan moesten wij op zoodanige vlakte, met behulp van verrekijkers, die verder gelegene voorwerpen kunnen ontdekken; en echter is dit zoo niet. Wij kunnen met onze verrekijkers bergen en kloven op de maan ontdekken, maar zijn niet in staat, door dezelve, op de Aarde verder te zien, dan met het bloote oog. Hiervoor kan nu wel geene andere reden zijn, dan dat de Aarde eene ronde gedaante heeft, welke ronding allengs toeneemt, waardoor zich hare oppervlakte ongemerkt aan het oog onttrekt. — Dit wordt nog nader bevestigd door de getuigenis der zeelieden. Deze berigten ons eenparig, gelijk mijne ondervinding mij evenzeer leerde, dat, wanneer zij zich van eenige plaats verwijderen, zij in het begin gemakkelijk de geheele kust kunnen overzien; doch, zich verder verwijderende, niets anders dan de toppen der bergen en torens kunnen waarnemen, totdat ook deze zich eindelijk aan het gezigt onttrekken. En even zoo gaat het ons ook op het land. Wij zien op eenen aanmerkelijken afstand de toppen van hooge bergen, maar kunnen niets ontdekken van hetgene zich aan derzelver voet bevindt. En dit is ook natuurlijk; want hoe grooter de afstand is, waarop wij eenig voorwerp zien, des te aanmerkelijker is ook de ronding der Aarde; zoodat wij alleen die dingen kunnen zien, welke zich boven haar verheffen.

Nog wordt de rondheid der Aarde stellig bevestigd door het dadelijk rondzeilen van dezelve.

Vóór de uitvinding van het kompas, dat gij zeker alle kent, was de zeevaart zeer beperkt. Niemand durfde zich ver van de kust verwijderen, uit vrees van op de onmetelijke watervlakte den regten koers te zullen missen, daar men zich alleen kon rigten naar den stand der zon en der sterren, en

deze bij regen- of nevelachtig weder geheel aan het gezigt onttrokken waren. Wij kunnen het daardoor gemakkelijk aan de oude bewoners der Aarde toegeven, dat zij zich haar voorstelden, als binnen zekere grenzen besloten te zijn. Door het kompas voorgelicht, kon men later gerustelijk de uitgestrektste zeeën doorkruisen; want, zoowel bij regenachtige dagen, als stikdonkere nachten, wijst de kompasnaald het noorden, en dus ook het zuiden, oosten en westen aan. Men kwam dan ook spoedig tot het voornemen, om de geheele Aarde rond te reizen. FERDINAND MAGELLAAN, een Portugeesch Edelman, was de eerste, die dezen togt heeft ondernomen. In 1519 zeilde hij, met eene kleine vloot van vijf schepen, uit eene der zeehavens van *Spanje* uit. Hij zelf verloor op deze reis het leven, na hoogst belangrijke ontdekkingen voor de zeevaart gedaan te hebben, terwijl vier van zijne schepen verongelukten. Het vijfde nogtans, dat bestendig zijnen koers naar het westen had gehouden, kwam, na eene vaart van 1124 dagen, in de Spaansche haven terug. Acht en vijftig jaar na hem, deed DRAKE, een Engelschman, eene reis rondom de Aarde in 1056 dagen, en twintig jaar later werd deze togt gedaan in 777 dagen door THOMAS CANDISH, insgelijks een Engelschman. Onderscheidene Nederlandsche Zeelieden, als OLIVIER VAN NOORT, WILLEM CORNELISZ. SCHOUTEN, de Admiraal ROGGEVEEN, en, in onzen tijd (1824 en 1825), de Zeeöfficieren WILLINCK, COERTSEN en EEGH hebben hetzelfde gedaan. Al deze reizen zullen u, vertrouw ik, duidelijk bewijzen, dat de Aarde onmogelijk anders dan rond zijn kan. Want verbeeldt u weder, dat de Aarde een hoekig ligchaam ware, dan zouden immers de hoeken, waarmede de verschillende zijden van hare oppervlakte aan elkander sloten, zoowel door het gezigt, als, nog veel sterker, bij het dadelijk overvaren van deze hoeken, door het gevoel worden waargenomen.

Alvorens mijne lezing over dit onderwerp te eindigen, wil ik nog trachten eene bedenking te wederleggen, welke door minkundigen, bijna altijd, tegen de rondheid der Aarde wordt ingebragt. Zij zeggen namelijk: "Als de Aarde werkelijk "rond is, dan moeten de menschen, die aan den tegenover-"gestelden kant van ons wonen, noodzakelijk vallen, want

"zij gaan immers met de voeten omhoog en met het hoofd "naar beneden!" Men stelt zich dan die menschen voor als vliegen, die aan den zolder eener kamer rondloopen. Dit denkbeeld is geheel verkeerd. De vliegen rigten inderdaad hare voeten naar den hemel en haar ligchaam naar de Aarde; doch dit is bij de menschen, die aan den tegenovergestelden kant van ons wonen, en die men *tegenvoeters* noemt, het geval niet. Deze hebben, zoowel als wij, den hemel boven zich en de Aarde onder hunne voeten. Het eigenlijk *beneden* is het middelpunt der Aarde, en nu begrijpt gij immers ligt, dat dit, voor alle bewoners eener ronde Aarde, onder hunne voeten gelegen is, en dat zij overal hun hoofd naar den hemel, of liever naar de luchtruimte verheffen, die den ganschen Aardbol, even als het eiwit den dojer insluit. De Natuurkunde leert ons, dat de Aarde eene sterke aantrekkingskracht uitoefent op alle ligchamen, die zich op haar bevinden, waardoor zij die tot zich trekt, en verhindert, dat zij zich van de Aarde verwijderen. Door deze kracht, welke men zwaarte of zwaartekracht noemt, vallen *alle* ligchamen, die op zekere hoogten worden losgelaten, naar de Aarde, en zouden, wanneer zij niet door den grond werden weêrhouden, voortgaan in hunnen val, tot het middelpunt der Aarde toe. Van dit middelpunt der Aarde nu, is men op alle plaatsen van haren omtrek even ver, of althans bijna even ver verwijderd; zoodat ook overal een steen, of eenig ander voorwerp, dat men uit de hand laat vallen, naar de Aarde, en dus naar beneden valt, en onze tegenvoeters, zoowel als wij, het middelpunt der Aarde beneden, en den hemel boven zich hebben.

En nu, waarde vrienden! vertrouw ik, dat er bij u wel geen twijfel meer bestaan zal aan de ronde gedaante der Aarde. Tracht de bewijzen, die ik daarvoor aanvoerde, wel in uw geheugen te prenten, en eerbiedigt steeds de oneindige wijsheid van den Schepper der Aarde, die haar juist zulk eene gedaante gaf, als het best geschikt was voor de bewoning van zijne redelijke schepselen, en voor de beweging, die Hij haar bij hare wording had voorgeschreven.

TWEEDE LEZING.

Over de afwijking van de volmaakte rondheid der Aarde, en hare grootte.

Door de vorige lezing zult gij, naar ik vertrouw, volkomen overtuigd zijn, dat de Aarde eene ronde gedaante heeft. Deze rondheid is echter niet zoo volmaakt, dat al hare deelen of punten volstrekt even ver verwijderd zijn van het middelpunt, hetgene bij eenen kogelronden bal het geval moet zijn; neen, op sommige plaatsen wijkt zij van de volkomene rondheid eenigzins af. — Gij moet niet denken, dat ik hier het oog heb op de bergen en hoogten, die men hier en daar op de Aarde aantreft; deze kunnen, in vergelijking met hare grootte, volstrekt niet als oneffenheden aangemerkt worden. Want verbeeldt u eens: de hoogste berg der Aarde, de *Dhawalagiri*, in *Azië*, heeft eene hoogte van 8640 ellen, dat is ruim $1\frac{1}{2}$ uur, en eene lijn, die van den eenen omtrek tot den anderen door het middelpunt der Aarde heengetrokken werd (welke lijn men *middellijn* noemt), zou 2292 uren lang zijn, zoodat de hoogte van den *Dhawalagiri* tot de dikte der Aarde staat als $1\frac{1}{2}$ tot 2292, of als 1 tot 1528; hetgene zooveel is, alsof op een' bal van 15 palm middellijn eene zandkorrel, zoo dik als $\frac{1}{10}$ duim, gelegd werd. Al lagen er nu ook duizend zulke zandkorrels op zoodanigen bal, dan zou immers niemand daarom er de ronde gedaante aan betwisten?

De afwijking van de volkomene rondheid der Aarde, welke ik bedoel, bestaat in zekere afplatting aan de beide polen, waardoor de Aarde eenigermate gelijkt naar eene raap. Deze afplatting werd het eerst ondersteld door den grooten Engelschen Wis- en Natuurkundige NEWTON.

Het is natuurlijk, dat van een' bal, die om eene spil wordt bewogen, niet alle punten even snel ronddraaijen. De meeste snelheid krijgen natuurlijk die deelen, welke het verste van de spil verwijderd zijn, zoo als men onder andere duidelijk kan opmerken bij schaatsenrijders, die, in eene

lange rij elkander vasthoudende, omzwenken. Terwijl de eerste bijna op dezelfde plaats blijft staan, en zich alleen op zijne hielen omdraait, moet de laatste eenen vrij grooten kring beschrijven. Door de snelheid, waarmede een ligchaam wordt rondgedraaid, gaat, als 't ware, een gedeelte van zijne zwaarte, die het naar de Aarde trok, verloren, en wel te meer, naar mate de snelheid grooter is, die het in beweging bragt. Zoo wordt het slijk door de wielen van een snel voortgaand rijtuig ver weggeworpen, terwijl het op de as, die natuurlijk met minder snelheid ronddraait, blijft liggen. Bij zoodanig ronddraaijend ligchaam zijn dus, als 't ware, twee krachten tegelijk werkzaam: de eene, die het van het middelpunt der beweging verwijdert, en die men *middelpuntvliedende* kracht noemt, en de andere, die het naar de Aarde, of eigenlijk naar het middelpunt der Aarde, trekt, en die, zoo als ik vroeger reeds gezegd heb, *zwaartekracht* heet. Onze Aarde nu heeft eene ronddraaijende beweging; en daar het gedeelte derzelve, hetwelk juist in het midden tusschen de beide polen, of de punten, om welke deze beweging geschiedt, gelegen is, het verste verwijderd is van het middelpunt der beweging, of, om het zoo eens te noemen, van de spil, om welke men zich verbeelden kan, dat de Aarde zich beweegt, zoo moet ook daar de middelpuntvliedende kracht het sterkste zijn, en de zwaartekracht van haar vermogen iets verliezen. Bij gevolg moeten bij de wording der Aarde, toen zij nog uit eene weeke massa bestond, hare meeste vaste deelen zich hebben opgehoopt onder den *evenaar* (zoo noemt men het gedeelte van den omtrek der Aarde, dat juist in het midden tusschen de beide polen gelegen is), omdat daar de middelpuntvliedende kracht het sterkste is. Aan de polen, daarentegen, kan de zwaartekracht, door de mindere snelheid der beweging, meer haar vermogen uitoefenen, en moeten dus daar de vaste deelen meer naar het middelpunt der Aarde zijn gezakt, waardoor natuurlijk aan die punten eene zekere afplatting veroorzaakt werd.

Deze redenering leidt nu wel niet tot volkomene zekerheid van de platheid der Aarde aan de polen; maar daar herhaalde proefnemingen bewezen, dat de zwaarte der lig-

chamen naar den evenaar toe vermindert, werd het vermoeden, dat de Aarde onder den evenaar meer uitgezet, meer bol was dan naar de polen, zeer versterkt.

Reeds meer dan eens heb ik u gezegd, dat de zwaarte der ligchamen bestaat in eene neiging of aantrekkingskracht naar het middelpunt der Aarde. Hieruit zult gij nu gemakkelijk afleiden, dat een ligchaam meer zwaarte moet hebben, naar mate het korter bij het middelpunt der Aarde is. Door dadelijk wegen kan men dit verschil bezwaarlijk bepalen; want de hoogste bergen zelfs brengen geen merkelijk verschil in den afstand van het middelpunt der Aarde, en dus in zwaarte, te weeg, zoodat een gewigt van 500 pond aan den voet der *Chimborasso* (de hoogste berg van *Amerika*, en welken men vroeger zelfs voor den hoogsten der Aarde hield), op den top van dien berg gewogen, naauwelijks één pond in zwaarte verloren had.

Er moest dus een ander middel gezocht worden, om de meerdere zwaarte der ligchamen bij de polen aan te duiden, en dit middel vond men in de slingers. Wat men door een' slinger te verstaan hebbe, weet gij alle, daar het een der hoofdbestanddeelen onzer huisklokken uitmaakt. Minder goed zal u misschien de ware oorzaak van de schommelingen des slingers bekend zijn, waarom ik zal trachten, u dit duidelijk te maken. Zoo als gij weet, bestaan de slingers meestal uit eene looden schijf, veeltijds met koper bekleed, en rondom scherp toeloopende, ten einde zoo min mogelijk door de lucht te worden tegengehouden. Deze schijf is, door een' draad of metalen stang, aan een punt vastgemaakt, om hetwelk zij zich vrij kan bewegen. Als de slinger in rust is, hangt hij natuurlijk regtstandig naar beneden. Brengt men hem uit dezen stand, en laat men hem, op zekere hoogte gehouden, los, dan zou hij, door zijne zwaarte, regtstandig op de Aarde vallen; maar hierin wordt hij verhinderd door de stang, waarmede hij aan het hangpunt verbonden is; hij moet dus langs eene kromme lijn naar beneden vallen; want, even als alle ligchamen, zoekt hij, zoo na mogelijk, bij het zwaartepunt der Aarde te komen. Op het laagste punt gekomen, is de middelpuntvliedende kracht, die hij door zijnen krommen loop

heeft gekregen, zoo sterk, dat hij aan de andere zijde weder klimt tot op bijna dezelfde hoogte, als van waar hij werd losgelaten; van daar keert hij, door diezelfde kracht voortgedreven, langs zijnen afgelegden weg terug. — De beweging des slingers van de regter- naar de linkerzijde, of omgekeerd, noemt men eene schommeling. Deze schommelingen worden, door even lange slingers, altijd juist in denzelfden tijd volbragt. Maakt men de stang korter, door de schijf hooger te plaatsen, dan doet de slinger meer schommelingen in denzelfden tijd, en, haar langer makende, worden de schommelingen minder. Een slinger, die juist 60 schommelingen in eene minuut maakt, dus een sekonde-slinger, moet voor ons 9 palm, 8 duim en 8 streep lang zijn. — Met zoodanige sekonde-slingers nu heeft men herhaalde en naauwkeurige proefnemingen gedaan op onderscheidene plaatsen van de Aarde, en bevonden, dat zij onder den evenaar minder dan 60 schommelingen in eene minuut deden, en men ze dus, om als sekonde-slingers gebruikt te kunnen worden, korter moest maken, hetgene nergens anders door kan plaats hebben, dan door eene verminderde zwaartekracht, welke ontstond, zoowel door de middelpuntvliedende kracht, die, zoo als ik reeds gezegd heb, onder den evenaar het sterkste is, als door den grooteren afstand, waarop men zich dáár van het middelpunt der Aarde bevond.

Al deze waarnemingen dan, bragten NEWTON tot de vooronderstelling, dat de Aarde eene platronde gedaante moest hebben. Dit was echter daardoor nog niet stellig genoeg bewezen; en zelfs beweerden onderscheidene Fransche Geleerden van zijnen tijd, aan wier hoofd zich de beroemde Wiskundige CASSINI bevond, juist het tegendeel. CASSINI was namelijk door eenige metingen, die hij in *Frankrijk* gedaan had, tot het denkbeeld gekomen, dat de Aarde naar den evenaar toe eenigzins ingedrukt was, waardoor dus een hevige pennestrijd ontstond tusschen de Engelsche Geleerden, die het gevoelen van NEWTON toegedaan waren, en de Fransche, die dat van CASSINI aankleefden. Aan dezen strijd kon op geene andere wijze een einde gemaakt worden, dan door naauwkeurige metingen, op verschillende

plaatsen van den Aardbol gedaan, want de metingen van CASSINI in *Frankrijk* konden natuurlijk niet als beslissend worden aangemerkt, omdat die slechts een gering verschil in afstand van den evenaar en de pool aanboden. Op aanzoek van onderscheidene Fransche Geleerden, besloot LODEWIJK XV, Koning van *Frankrijk*, de kosten dezer onderneming te dragen, en in 1735 verscheidene Wiskundigen uit zijn Rijk naar het noordelijk gedeelte van *Zweden* en *Quito*, eene stad in *Peru*, in *Zuid-Amerika*, welke juist onder den evenaar ligt, te zenden. De uitslag dezer metingen, welke met de grootst mogelijke naauwkeurigheid gedaan werden, was geheel in overeenstemming met de meening van NEWTON, zoodat de platrondheid der Aarde daardoor ontegenzeggelijk was aangetoond; want partijdigheid in het oordeel dezer Geleerden kon hier althans niet bestaan, naardien zij *hun* gevoelen tegen dat van NEWTON, hetwelk zij vroeger bestreden, moesten opgeven.

Nu zult gij welligt vragen: hoe kon het meten van eenige deelen van de oppervlakte der Aarde tot bewijs dienen voor de platrondheid derzelve? En waarlijk het valt niet zoo gemakkelijk, deze vraag duidelijk te beantwoorden. Ik zal evenwel trachten, het u eenigzins verstaanbaar te maken.

Eene kromme lijn, die in zich zelve terugkeert, en op alle plaatsen even ver verwijderd is van een punt daarbinnen, hetwelk middelpunt heet, noemt men een' cirkelomtrek, of meer algemeen een' cirkel (zie Fig. 2); terwijl alle lijnen, die van het eene gedeelte van den omtrek door het middelpunt M naar het tegenovergestelde gedeelte getrokken worden, zoo als *a b*, *c d*, enz. middellijnen (*diameters*) heeten. Alle cirkels, hoe groot of klein zij ook zijn, verdeelt men in 360 gelijke deelen, die men graden noemt. — Als nu de Aarde een volmaakte bol was, dan moest ook de lijn, die van de eene pool tot de andere over de oppervlakte der Aarde getrokken werd, een volmaakte halve cirkel zijn, waarvan iedere graad juist even groot was. Dit nu werd door de meting der Fransche Geleerden, waarvan ik daareven sprak, niet zoo bevonden. Zij bespeurden namelijk, dat de graden naar de pool langer waren dan bij den evenaar, hetgene alleen door de meerdere

platheid der Aarde aan de pool kon veroorzaakt worden. De bepaling van het begin en einde eens graads geschiedt door eene Sterrekundige waarneming. Wanneer men van zekere plaats eene vaste ster, bij voorbeeld de noordster, waarvan ik vroeger reeds sprak, waarneemt, en den volgenden avond, op denzelfden tijd, dezelfde ster weder beschouwt, dan zal men bevinden, dat zij altijd even hoog boven den gezigteinder staat; doch meer naar het noorden of zuiden gaande, ziet men haar hooger of lager staan. De juiste hoogte van die ster boven den gezigteinder wordt door Sterrekundige werktuigen naauwkeurig bepaald en door *graden* uitgedrukt, omdat ook de sterrenhemel eene cirkelvormige gedaante schijnt te hebben. Als men nu, van zekere plaats, zoo ver naar het noorden gegaan is, dat de noordster eenen graad hooger boven den gezigteinder staat, dan heeft men ook juist de lengte van eenen graad op de Aarde afgelegd. Het beschouwen van Fig. 3 zal u dit nog duidelijker maken. Verbeeldt u, dat de binnenste cirkel de omtrek onzer Aarde is, en de buitenste de sterrenhemel, waaraan wij in letter S van het punt *a* der Aarde eene vaste ster zien. Als wij van *a* tot *b* moeten voortgaan, om de ster S, eenen graad hooger, in T te zien, dan zal de afstand van *a* tot *b* ook juist $\frac{1}{360}$ deel of een graad van den omtrek der Aarde zijn. Als men nu, om de ster S eenen graad hooger te zien, van *a* tot *b* een' grooteren weg moet afleggen, dan op eenig ander gedeelte van den omtrek der Aarde, dan spreekt het van zelf, dat dit ontstaat, doordien de ruimte van *a* tot *b* vlakker is dan die van het andere gedeelte, waar men, door de meerdere bolheid, de ster spoediger eenen graad hooger ziet; en juist dit werd door de metingen, van welke ik vroeger sprak, bevestigd, daar een graad in het noordelijk gedeelte van *Zweden* door hen bevonden werd 57419 *toises* (eene Fransche maat) lang te zijn, terwijl hij onder den evenaar 56753 *toises* lengte heeft.

Deze bepaling van de lengte der graden op onze Aarde brengt mij als van zelve tot de tweede hoofdzaak, die ik mij voorstelde in deze lezing met u te behandelen, te weten de grootte der Aarde.

Wanneer men de grootte van een' bol, zoo als onze Aarde is, wil bepalen, dan is eene enkele maat daartoe niet voldoende, maar moet dezelve op meer dan ééne wijze gemeten en opgegeven worden. Vooreerst moeten wij van een' bol de grootte van deszelfs omtrek weten; ten tweede hoe groot zijne middellijn (*diameter*) is; ten derde hoe groot zijne oppervlakte, en ten vierde hoe groot zijn ligchamelijke inhoud is.

Tot de eerste twee bepalingen van de grootte der Aarde heeft men niets anders noodig dan eene lengte-maat, uitgedrukt in ellen, roeden, mijlen of uren gaans. Om de oppervlakte te meten, moet men, zoo als bij alle vlakken, eene vierkante maat hebben; want als men de juiste grootte van een vlak wil kennen, is het niet genoeg de lengte te weten, maar moet ook de breedte opgegeven worden; hiertoe gebruikt men de vierkante el, roede of mijl, dat is eene maat, die eene el, roede of mijl lang en breed is. Wil men eindelijk den ligchamelijken inhoud van eenig voorwerp weten, dan is het weder niet genoeg, alleen de lengte en breedte te kennen, maar moet ook de hoogte, diepte of dikte bepaald worden, en daartoe gebruikt men eene maat, die eene el, roede of mijl lang, hoog en breed is, en dus de gedaante van een' dobbelsteen heeft; men noemt dezelve kubiek-el, roede of mijl.

Bij het bepalen van de vier verschillende afmetingen der Aarde, is het evenwel niet noodig, haar op zoovele verschillende wijzen dadelijk te meten; eene enkele meting is voldoende, om de overige bepalingen van de grootte der Aarde te berekenen. Door de Meetkunde toch weet men, dat de omtrek van een' cirkel tot deszelfs middellijn in eene verhouding staat, als 355 tot 113; dat wil zeggen: als de omtrek 355 el lang is, dan is de middellijn 113 el lang. Verder leert ons de Meetkunde, dat men, om de oppervlakte van een' bol te vinden, slechts de lengte van deszelfs omtrek met die der middellijn te vermenigvuldigen hebbe, en, eindelijk, dat men den ligchamelijken inhoud van een' bol vindt, door deszelfs oppervlakte met het zesde deel van de middellijn te vermenigvuldigen.

Gij ziet dus, dat men alleen den omtrek der Aarde be-

hoeft te meten, om daardoor de juiste grootte der Aarde te kunnen berekenen. Moest men echter den geheelen omtrek der Aarde te dien einde meten, dan zou een menschenleven daartoe niet alleen te kort zijn; maar het zou ook door bergen, zeeën en andere omstandigheden ondoenlijk wezen. Ik zal u zeggen, hoe men den omtrek der Aarde op eene veel eenvoudiger wijze bepalen kan. Gij herinnert u, dat ik u straks zeide, dat men alle cirkels verdeelt in 360 graden, en dat men, door behulp van een Sterrekundig werktuig, naauwkeurig de lengte van een' graad op de Aarde kan meten; nu behoeft men alleen de lengte met 360 te vermenigvuldigen, om den geheelen omtrek te kennen. Gij zult mij hier misschien tegenwerpen, dat ik u vroeger heb aangetoond, dat niet alle graden der Aarde even lang zijn, en dus de omtrek door die bewerking niet naauwkeurig wordt bepaald; dit is zoo; maar, behalve dat dit verschil van eenige honderde vademen, op zulk een groot ligchaam, als de Aarde is, bijna niet in aanmerking kan komen, zoo kan men immers ook een' middelweg inslaan, en een' graad nemen in het midden tusschen de pool en den evenaar, bij voorbeeld in *Frankrijk*, alwaar dezelve bijna even zoo veel korter is dan die nabij de pool, als langer dan die onder den evenaar.

Men heeft de grootte van zoodanigen graad bevonden lang te zijn 15 Duitsche mijlen of 20 uren; zoodat dus de omtrek van de Aarde eene lengte heeft van 360 maal 15, dat is 5400 Duitsche mijlen, of 360 maal 20, dat is 7200 uren. — Als wij nu, volgens de gegevene verhouding van 355 tot 113, de middellijn berekenen, dan vinden wij daarvoor bijna 1719 Duitsche mijlen, of bijna 2292 uren.

Om de grootte van de oppervlakte der Aarde te bepalen, moet men, zoo als ik zeide, den omtrek vermenigvuldigen met de middellijn, dus 5400 Duitsche mijlen met 1719, of 7200 uren met 2292, alswanneer men zal bevinden, dat de oppervlakte der Aarde is 9282600 vierkante Duitsche mijlen, of 16502400 vierkante uren.

Den ligchamelijken inhoud van een' bol vindt men, door de oppervlakte te vermenigvuldigen met het zesde deel

van de middellijn; dus 9282600 vierkante mijlen met 286½, of 16502400 vierkante uren met 382, waardoor men den ligchamelijken inhoud der Aarde bevindt te zijn 2659464900 kubieke mijlen, of 6303916800 kubieke uren. Welk eene verbazende grootte! zegt gij, en te regt. Maar hoe groot moet dan niet de Almagt zijn, op wiens wil dit uitgebreide ligchaam uit het niet te voorschijn kwam! Hoe groot de Liefde, die zulk een ligchaam schiep, om ons menschen eene woonplaats te geven! Wie is in staat deze Almagt en Liefde naar waarde te schatten? God, de oneindig Volmaakte, wiens geluk door niets kan vermeerderd of verminderd worden, vormde onze Aarde tot eene verblijfplaats van geluk en vreugde voor zijne redelijke schepselen! Dat dit ieder onzer aanspore, om, door een Hem welgevallig leven, te toonen, dat wij het voorregt waardig zijn, redelijke bewoners dezer Aarde te heeten!

DERDE LEZING.

Over de beweging der Aarde in het algemeen, en de dagelijksche in het bijzonder.

Er bestaat zeker niemand, die niet heeft opgemerkt, dat de zon des morgens in het oosten het eerst zigtbaar wordt, en langzamerhand hooger aan het luchtgewelf stijgt, tot zij des avonds aan de westelijke zijde weder onder den gezigteinder verdwijnt. Diezelfde beweging heeft ook ieder aan de maan bespeurd. Van waar ontstaat die? Ik heb reeds vroeger met een enkel woord gezegd, dat de *schijnbare* beweging dezer hemelligchamen veroorzaakt wordt door de *werkelijke* beweging der Aarde; nu hoop ik u daarvan volkomen te overtuigen.

De beweging der Aarde is tweederlei; de eerste bestaat in eene wenteling of draaijing om hare as, welke zij volbrengt in 24 uren; de tweede geschiedt om de zon in den tijd van ruim 365 dagen.

Het is niet onnatuurlijk, dat eenvoudige menschen, die in hunne jeugd verstoken zijn geweest van verstandig onderwijs, gelooven, dat de zon, maan en sterren dagelijks om onze Aarde draaijen. Zij zien werkelijk al deze hemelligchamen op- en ondergaan, en van eene beweging der Aarde merken zij niets, en echter zal u dat denkbeeld spoedig hoogst ongerijmd voorkomen. Onder de sterren, die wij, even als de zon, zien op- en ondergaan, zijn de meeste oneindig veel verder van ons verwijderd dan de zon, en toch staat deze, volgens naauwkeurige berekeningen, een en twintig millioenen mijlen van ons af. Behalve dat, is de zon een millioen vier honderd vijf en dertig duizend vijf en twintig maal grooter dan onze Aarde. Verbeeldt u nu eens, dat dit verbazend groote ligchaam, hetwelk zich op zulk eenen afstand van ons bevindt, met al die nog verder gelegene sterren, in 24 uren om onze Aarde zou draaijen, met welk eene snelheid deze beweging dan niet geschieden moest; de zon alleen zou daartoe, volgens eene juiste berekening, in ééne sekonde meer dan acht en tachtig duizend mijlen moeten afleggen. En waartoe zou die verbazende snelheid dienen? Ten opzigte van die der zon, om ons afwisseling van dag en nacht, van morgen en avond te bezorgen, zou men zich het nut kunnen verklaren; maar nu de sterren, waarvan de verder afgelegene eene nog grootere snelheid zouden moeten hebben, en die ons geen ander dadelijk genot aanbrengen, dan dat wij ze kunnen zien op- en ondergaan, welk genot waarlijk de verspilling van zulk eene verbazende snelheid niet waardig is. Ik zeg verspilling; want om de schijnbare beweging der zon en sterren van het oosten naar het westen te verklaren, hebben wij niets anders noodig, dan aan te nemen, dat de Aarde in 24 uren eens, van het westen naar het oosten, om hare as draait, tot welke beweging zij in ééne minuut slechts drie en drie vierde mijl behoeft af te leggen, daar de zon, zoo als ik boven opmerkte, in ééne sekonde meer dan acht en tachtig duizend mijlen zou moeten doorloopen. — Zouden wij, kortzigtige menschen, als wij door twee middelen even goed ons doel konden bereiken, niet altijd het eenvoudigste en kortste kiezen? En hoe kun-

nen wij dan anders denken van God, die de oneindige Wijsheid zelve is!

Voor de waarschijnlijkheid van de beweging der Aarde pleit nog de opmerking, dat alle andere planeten zich bewegen. Onze Aarde is, zoo als gij later hooren zult, eene planeet, die, met nog tien andere, het zoogenaamde planeet-stelsel uitmaakt. Daar men nu duidelijk kan waarnemen, dat de overige planeten zich om hare as en om de zon bewegen, zoo zou het immers tegen de alom heerschende orde in al het geschapene aanloopen, wanneer men aan onze Aarde eene dergelijke beweging wilde ontzeggen?

"Maar," zouden minkundigen kunnen aanvoeren, "zou "onze Aarde, zulk een ontzettend zwaar ligchaam, zich "bewegen, dat is onmogelijk! Wij gelooven nu wel, dat "de zon en de sterren een' zooveel grooteren weg moeten "afleggen dan de Aarde; maar misschien zijn die veel min-"der zwaar, zoodat de beweging haar niets kost!"

Ook deze bedenking laat zich gemakkelijk uit den weg ruimen. Ik heb u in de eerste lezing gezegd, dat wij door zwaarte moeten verstaan eene neiging of aantrekking der ligchamen naar de Aarde. Naar mate een ligchaam meer stof bezit, naar die mate wordt de aantrekking sterker, of de zwaarte meerder.

Op dezelfde wijze nu, als onze Aarde de ligchamen aantrekt, die zich in hare nabijheid bevinden, zoo trekken ook de hemelsche ligchamen elkander aan, en wel te sterker, naar evenredigheid der grootere hoeveelheid stof, waaruit zij bestaan. Al die hemelsche ligchamen zweven dus vrij en los in het uitspansel, en worden, door hunne onderlinge aantrekkingskracht, op gelijkmatigen afstand van elkander gehouden. Zoo zien wij, dat de maan het water der zeeën aantrekt, waardoor, gelijk gij later hooren zult, de eb en vloed der zee veroorzaakt wordt; zoo wordt de maan, die veel kleiner is dan onze Aarde, door deze laatste aangetrokken; terwijl de zon, die van alle ligchamen, welke zich in de nabijheid der Aarde bevinden, het grootst is, onze Aarde en de andere planeten aantrekt.

Het voornaamste bezwaar, dat tegen de beweging der Aarde gemaakt wordt, is, dat men niets er van bespeurt.

Maar is het dan, ook op de Aarde, niet menigmaal het geval, dat wij eene beweging ondergaan, zonder die gewaar te worden? Wie heeft niet weleens in een' zacht voortrollenden wagen, of in eene varende trekschuit gezeten, zonder dat hij iets van derzelver beweging bemerkte? — Wij gevoelen, in het algemeen, alleen dan eene beweging, wanneer zij onzacht, botsend, of van ongelijke snelheid is. Van dit alles heeft bij de beweging der Aarde niets plaats. Zij is een bol, en beweegt zich dus altijd in denzelfden vorm, en daar op haren weg geene voorwerpen zijn, waartegen zij zou kunnen botsen, zoo kan natuurlijk geene de minste schudding bespeurd worden. Wanneer eene beweging zonder botsing of schudding geschiedt, is de eenige wijze, waarop wij haar kunnen gewaarworden, de verandering der voorwerpen, die ons omringen. Zoo kan men de beweging van eene trekschuit, al gevoelen wij ook niets er van, bemerken door de gedurige verandering van de voorwerpen langs den oever. Daar nu alles, wat op de Aarde is, zich met ons beweegt, zoo kan men natuurlijk aan datgene, wat ons omringt, geene verandering van plaats bespeuren, evenmin als in eene trekschuit aan banken, tafels en menschen, die er zich met ons in bevinden; maar hetzelfde, wat voor eene varende trekschuit de oever is, is voor onze Aarde het hemelrond met de daarin zwevende zon en sterren. Wanneer wij den geheelen dag door de zon op dezelfde plaats zagen, of als eene ster, na verloop van eenige uren, niet van plaats veranderd was, ja, dan zouden wij mogen besluiten, dat de Aarde geene beweging had. Maar niets van dit alles geschiedt immers, zoodat wij daardoor genoegzame zekerheid hebben, dat de Aarde zich werkelijk beweegt.

Eindelijk hebben, zoo in vroeger als later tijd, velen, tegen de onderstelling, dat de Aarde zich beweegt, aangevoerd eenige plaatsen uit de Heilige Schrift, inzonderheid de ontboezeming van den Israëlitischen Veldheer JOZUA, die, na eene groote overwinning op de Amoriten behaald te hebben, God bad, hem in de gelegenheid te stellen, den vlugtenden vijand nog verder te vervolgen, en daarop, als met eene wonderdadige kracht bezield, uitriep: "Zonne!

“sta stil te *Gibeon*, en gij, mane! in het dal *Ajalons!*” — en de zon stond stil en de maan bleef staan, totdat zich het volk aan zijne vijanden gewroken had.

“JOZUA, een man Gods,” zoo zegt men, “is dan toch “ook in het denkbeeld geweest, dat de zon zich beweegt!” — Gesteld, dat dit zoo geweest zij, dan is hierin voor ons nog geene drangreden, om er even zoo over te denken. Immers kan JOZUA zeer goed een bekwaam Veldheer en Aanvoerder van zijn volk geweest zijn, zonder juist een groot Sterrekundige te wezen. En al ware hij zulks, dan is er nog in dit gezegde, als eene gewone spreekwijze, niets bevreemdends. Als de bekwaamste Sterrekundige van onzen tijd eens in het geval van JOZUA verkeerde, zou hij immers ook niet zeggen: *Gij Aarde! staak uwe beweging, opdat het licht der zon mij zoo lang beschijne, tot ik mijne vijanden heb vernietigd!* Voorzeker neen: hij zou, even als JOZUA, zeggen: *Zon! sta stil!* — Wij hebben dus deze uitdrukking voor niets anders te houden, dan voor eene door het dagelijksch gebruik gewettigde spreekmanier. Zoo zeggen wij ook, van het opgaan der zon sprekende, niet: “De “Aarde is, in hare beweging van het westen naar het oos“ten, zoo ver gevorderd, dat de zon aan den oostelijken “gezigteinder zigtbaar wordt,” maar eenvoudig: “De zon “gaat op.”

Door dit alles laten velen zich echter nog niet overtuigen. Zij zeggen: het staat toch in het Heilig Boek der Goddelijke Openbaring, en moet dus wel waar zijn! Wij moeten inderdaad alle regtstreeksche waarheden eerbiedigen; zelfs dan, als ons beperkt verstand haar niet kan begrijpen; maar wij behoeven niet alle bijzaken letterlijk op te vatten. — Dan zouden wij immers ook het gezegde in *Hand.* XXVII: 27: “De schepelingen vermoedden, dat hun “eenig land naderde,” moeten verstaan, alsof het land naar hen toekwam, hetgene de ongerijmdheid zelve zou zijn.

Met grond kan er dus niets tegen de beweging der Aarde ingebragt worden; en daar vele Sterrekundige berekeningen, onder andere de zons- en maansverduisteringen, gelijk ik vroeger reeds zeide, op dezelve gegrond zijn, en nooit anders dan juist bevonden worden, zoo vertrouw ik, dat

gij er voldoende van zult overtuigd zijn. In deze onderstelling ga ik terstond over, om iedere der beide bewegingen afzonderlijk met u te beschouwen.

De dagelijksche beweging der Aarde bestaat in eene wenteling om hare as. Zoo als ik in mijne eerste lezing reeds gezegd heb, verstaat men door de as der Aarde de spil, die men zich verbeeldt van haren omtrek, door het middelpunt heen, naar den tegenovergestelden omtrek te gaan, en welker uiteinden men aspunten of polen noemt. Om deze as nu draait de Aarde alle 24 uren eens rond, en veroorzaakt daardoor de afwisseling van dag en nacht. Bij de bewijzen voor de rondheid der Aarde, heb ik hierover reeds moeten uitweiden, zoodat het wel niet noodig zal zijn, hierbij langer stil te staan. Er zijn echter bij de dagelijksche beweging der Aarde belangrijke opmerkingen te maken, en daaronder reken ik vooreerst den stand der Aarde ten opzigte van de zon.

De as der Aarde staat niet loodregt op den gezigteinder (*horizon*) der wereld, maar maakt er een' hoek mede van bijna $66\frac{1}{2}$ graad. Dit vordert eenige nadere verklaring.

Als gij een vat geheel of gedeeltelijk met water vult, dan zal natuurlijk de oppervlakte van dat water geheel vlak of effen zijn; men noemt dit *waterpas*. Wanneer gij nu eenig gewigt aan een' draad in dit water laat hangen, dan staat deze draad loodregt op de watervlakte. De ruimte tusschen den draad en het water noemt men een' regten hoek. Deze ruimte is onbepaald; want door den draad langer, of het vat wijder te nemen, wordt zij natuurlijk grooter, hoewel de hoek altijd een regte hoek blijft. Vier zulke regte hoeken, naast elkander geplaatst, bevatten juist den inhoud van een' cirkel, zoo als u uit Fig. 4 blijkt; *a b d*, *d b e*, *e b f* en *f b a* zijn vier regte hoeken. Den omtrek van een' cirkel, dit heb ik u vroeger reeds gezegd, heeft men verdeeld in 360 gelijke deelen, welke men graden noemt, en daar nu een regte hoek juist het vierde gedeelte van dien omtrek beslaat, bevat hij 90 graden. Een hoek van $66\frac{1}{2}$ graad bevat dus minder ruimte dan een regte hoek, zoo als gij uit dezelfde figuur, alwaar door de lij-

nen *a b* en *b c* een hoek van 66½ graad wordt ingesloten, zien kunt.

Maar nu moet ik u nog zeggen, wat men door gezigteinder der wereld verstaat. Stelt u voor, dat men van het middelpunt der Aarde tot het middelpunt der zon eene regte lijn kon trekken, en deze lijn tot een vlak maken, dan is dat vlak de gezigteinder der wereld. Met dezen nu maakt de as der Aarde een' hoek van 66½ graad. De afbeelding onder Fig. 5 zal u daarvan, vertrouw ik, een vrij duidelijk denkbeeld geven. Verbeeldt u, dat de lijn C D de as der Aarde zij, A B de lijn, die van het middelpunt der zon tot het middelpunt der Aarde getrokken is, dus de gezigteinder der wereld, dan ziet gij, dat de hoek, die door de lijnen CB en A B gemaakt wordt, kleiner is dan een regte hoek. Om een' regten hoek te maken, moet de lijn C B de rigting van de lijn B G hebben. Vooronderstelt, dat de lijnen C B en A B juist een' hoek van 66½ graad maken, dan ziet gij, in die figuur, den schuinen stand der Aarde ten opzigte van de zon.

Ik zou deze opmerking niet hebben medegedeeld, als zijnde zij voor eenigen uwer misschien niet regt bevattelijk, indien daarin niet zulk eene schitterende proef van de Goddelijke Wijsheid gelegen ware; en dit hoop ik voor allen regt duidelijk te kunnen maken.

Gij weet, dat wij het licht van de zon ontvangen; en, daar de Aarde rond is, zoo begrijpt gij gemakkelijk, dat altijd slechts hare helft verlicht kan zijn, terwijl de andere helft duister is. Wanneer nu de Aarde, ten opzigte der zon, zoodanigen stand had, dat eene der polen of aspunten naar haar was toegekeerd, dan zou, hoe zij ook om hare as draaide, bestendig de eene helft verlicht en de andere duister zijn; de helft van hare oppervlakte zou dus voor bewoning geheel ongeschikt wezen. Stond daarentegen de as der Aarde loodregt op den gezigteinder der wereld, dan zou zij zich, ten opzigte van de zon, steeds als een tol omdraaijen; voor de bewoners der polen, die alsdan altijd juist 90 graden van de zon verwijderd waren, zou zij nooit hooger staan, dan wij haar bij het op- en ondergaan zien, en voor diegenen, welke omstreeks het mid-

den tusschen de polen en den evenaar wonen, zijnde het grootste gedeelte van de bewoners der Aarde, zou het onafgebroken lente of herfst, maar nimmer zomer noch winter zijn; hetgene gij later bij de behandeling van de jaarlijksche beweging der Aarde ligtelijk zult begrijpen.

Met hoeveel wijsheid heeft dus de Almagtige Schepper aan de Aarde dien stand gegeven, welke hare geheele oppervlakte voor bewoning geschikt maakt, en aan het grootste gedeelte harer bewoners de zoo aangename als nuttige afwisseling van jaargetijden verschaft!

Nog eene belangrijke bijzonderheid, voortvloeijende uit de dagelijksche beweging der Aarde en hare ronde gedaante, wil ik hier bijvoegen. Het is namelijk de morgen- en avondschemering.

Het licht der zon, hetwelk in den korten tijd van nog geen acht minuten den ontzaggelijken afstand van de zon tot de Aarde aflegt, komt tot ons in volmaakt regte stralen; wanneer er geene tusschenstof is, die deszelfs stralen buigt, of, zoo als men het gewoonlijk noemt, breekt. De lichtstralen worden inzonderheid gebroken door water, gelijk men duidelijk zien kan aan een' in het water gestoken' stok; deze zal, zoo ver hij in het water is, gebogen schijnen, hetgene gij alle zeker onderscheidene malen hebt opgemerkt, en hetwelk alleen veroorzaakt wordt, doordien de lichtstralen, die ons het benedenste einde des stoks doen zien, niet regtlijnig tot ons komen, maar door het water gebroken worden. Daar nu de luchtruimte, die onze Aarde van alle zijden omringt, door de uitdampingen van het water, bestendig van vele waterachtige of vochtige deelen voorzien is, zoo worden de lichtstralen ook door die luchtruimte, welke men *dampkring* noemt, gebroken, en zietdaar de oorzaak der morgen- en avondschemering. Kwamen de lichtstralen volmaakt regtlijnig tot ons van de zon, dan zouden wij natuurlijk geen licht hebben, vóór de zon boven onzen gezigteinder was; maar door de hoogte van den dampkring, die men berekent nagenoeg 20 uren te zijn, komen de lichtstralen reeds in dat gedeelte van denzelven, hetwelk zich boven ons bevindt, lang vóór wij de zon zien kunnen. Daar worden zij door de vochtige

gesteldheid van den dampkring gebogen, komen zoo tot ons, en veroorzaken de morgenschemering. Na den ondergang der zon, heeft omgekeerd hetzelfde plaats, waardoor wij avondschemering hebben. — Voor dat gedeelte der Aarde, dat wij bewonen, zijn de schemeringen niet altijd even lang in de verschillende jaargetijden. In het midden van Junij, als wij den langsten dag hebben, duren zij bijna den geheelen nacht, hetgene veroorzaakt wordt door den schuinen boog, welken de zon alsdan aan den hemel beschrijft; in de lente en den herfst zijn het de kortste. Verder naar de polen, waar de nachten bestendig langer worden, heeft de zon, door haren meer schuinen loop, ten opzigte van die streken, meer tijd noodig, om zoo laag onder den gezigteinder te komen, dat hare stralen niet meer in den dampkring kunnen bewogen worden, zoodat men aldaar ook langer morgen- en avondschemeringen heeft. Aan de noordpool, bij voorbeeld, waar de zon den 22sten September ondergaat, en den 22sten Maart weder opkomt (zoo als men door middel eener Aardglobe duidelijk zien kan), wordt het eerst met half November volkomen nacht, en begint de dag reeds in het laatst van Januarij weder aan te breken.

Wie bewondert hierin niet de liefde en wijsheid van den Schepper aller dingen? Zonder deze schemeringen toch, zou de heldere dag eensklaps in stikdonkeren nacht veranderen, en welk eene verwarring dit zou veroorzaken, behoef ik u wel niet te zeggen. Behalve dat, zou ons gezigt dezen plotselingen overgang van licht tot duisternis niet kunnen verdragen. En hoe weldadig is vooral dit verschijnsel voor de bewoners der Aarde, die meer in de nabijheid der polen wonen! Deze zouden, zonder hetzelve, een groot gedeelte van het jaar in volslagene duisternis moeten doorbrengen, terwijl zij nu, door de langere schemeringen, daarvan minder belemmering ondervinden.

Wie, dit overwegende, nog ongevoelig kan blijven voor de grootheid en liefde van God, diens hart is voorzeker even koud, als de Natuur in de Poollanden.

Nog een paar bijzondere verschijnselen, door de breking der lichtstralen veroorzaakt, wil ik u tot besluit dezer le-

zing mededeelen. Bij helder weder zien wij, iederen morgen, de geheele gedaante der zon als een' vuurrooden bol boven den gezigteinder, voordat zij werkelijk dáár is, en des avonds vertoont zij zich nog dáár, nadat zij reeds werkelijk is ondergegaan. Dit verschijnsel is ongetwijfeld dikwijls door u waargenomen, en wordt, zoo als ik zeide, door de straalbreking veroorzaakt. Door deze toch zien wij verwijderde voorwerpen hooger, dan zij inderdaad zijn. Eene eenvoudige proefneming zal u van deze waarheid volkomen overtuigen. — Wanneer gij in het midden van een' bak of kom een stuk geld legt, en dan zoo ver achteruit gaat, tot gij het geld niet meer zien kunt, zal het weder geheel zigtbaar worden, als gij de kom met helder water laat vullen. De lichtstralen, die in uw oog vallen, worden door het water gebogen, en doen u dus datgene zien, wat gij niet kondet gewaarworden, zoo lang zij in eene regte lijn tot u kwamen.

Zeer merkwaardig is bovengenoemd verschijnsel in de Poollanden, waar men het beeld der zon 14 en meer dagen boven den gezigteinder ziet, vóór zij werkelijk dáár is.

Alle hebt gij zeker dikwijls opgemerkt, dat, vóór den opgang of na den ondergang der zon, de oostelijke of westelijke gezigteinder somtijds tot eene aanmerkelijke uitgebreidheid met het schoonste purperrood gekleurd is: wij noemen dit morgen- of avondrood. Ik zal u de oorzaak van dit prachtig verschijnsel opgeven.

Iedere lichtstraal, die van de zon tot ons komt, bestaat uit zeven enkelvoudige- of grondlichtstralen, te weten: rood, goudgeel, geel, groen, blaauw, donkerblaauw en paars. Deze grondlichtstralen zijn niet alle even sterk, en hebben dus niet alle kracht genoeg, om, als de zon onder den gezigteinder is, door onzen dampkring heen te dringen; het is alleen de roode lichtstraal, die dit vermag, en die dus de wolken aan den gezigteinder eene roode kleur mededeelt.

Misschien is het u weleens opgevallen, dat de zon en ook de maan, bij het op- en ondergaan, grooter schijnen, dan wanneer zij hooger aan den hemel staan; dit is ook al een gevolg van de breking der lichtstralen. De stralen, die bij het op- en ondergaan van deze hemelligchamen tot ons ko-

men, gaan meer schuin door dat gedeelte van den dampkring, dat zich in onze nabijheid bevindt, worden daardoor meer gebogen en verspreid in de dampen, die digt bij de Aarde zijn, zoodat deze dampen dezelfde uitwerking hebben als een *vergrootglas.*

Behalve het schilderachtig schoone, dat het gezigt van deze verschijnselen aanbiedt, zijn de twee eerste ook inzonderheid voor de bewoners der Poollanden ten hoogste nuttig. — Zoo zien wij ook hierin, dat Gods liefde en wijsheid, die in al zijne werken uitblinken, tevens het schoone en goede weten te vereenigen, en ons met de innigste dankbaarheid behooren te vervullen.

VIERDE LEZING.

Over de jaarlijksche beweging der Aarde.

Ieder, die met opmerkzaamheid den tijd en de plaats van den op- en ondergang der zon en sterren waarneemt, zal bemerken, dat beide bijna met elken dag verschillen. Hierdoor nu komt men van zelven op de gedachte, dat er ten aanzien van de zon en onze Aarde nog eene andere beweging zijn moet dan die, welke wij in de vorige lezing beschouwd hebben. Deze beweging heeft ook werkelijk plaats, en bestaat in eenen langwerpig ronden loop om de zon. Zij wordt jaarlijksche genoemd, omdat onze Aarde tot het afleggen van deze baan een jaar noodig heeft. Na verloop van dien tijd, zien wij alle hemelligchamen weder op denzelfden tijd en dezelfde plaats op- en ondergaan. De verschijnselen, die uit deze beweging ontstaan, laten zich gemakkelijk verklaren, door zich aan de vlakte des hemels een' cirkel te verbeelden, langs welken de zon om de Aarde schijnt te loopen. Men noemt dezen cirkel *zonneweg;* hij maakt met den evenaar der Aarde een' hoek van bijna $23\frac{1}{2}$ graad. Even als alle andere cirkels, wordt ook de zonneweg verdeeld in 360 graden. Daar nu deze

zonneweg als een cirkel over de vlakte des hemels getrokken wordt, en de hemel overal met sterren bezaaid is, zoo moet hij natuurlijk over verscheidene sterren gaan, die, als 't ware, zijn loop aanwijzen. Van deze sterren heeft men eenige digt bij elkander gelegene tot een geheel sterrenbeeld vereenigd, en, op tamelijk gelijken afstand, twaalf zulke sterrenbeelden tot bepaling van den zonneweg gekozen, die men de twaalf hemelsteekens noemt. Tot verkorting bedienen zich de Sterrekundigen van zekere teekenen, tot het aanduiden der onderscheidene sterrenbeelden. Ik zal u dus, bij de namen der twaalf hemelsteekens, tevens de beelden opgeven, waardoor men hen aanduidt. Zij zijn de *ram* (♈), de *stier* (♉), de *tweelingen* (♊), de *kreeft* (♋), de *leeuw* (♌), de *maagd* (♍), de *weegschaal* (♎), de *schorpioen* (♏), de *schutter* (♐), de *steenbok* (♑), de *waterman* (♒) en de *visschen* (♓). Daar de meeste namen der hemelsteekens ontleend zijn van dieren, noemt men den zonneweg ook wel *dierenriem* (zodiacus). — Het is niet onbelangrijk, den oorsprong van de namen dezer hemelsteekens te kennen, waarom ik u denzelven kortelijk zal mededeelen. — Het waren Egyptische en Chaldeeuwsche Sterrekundigen, die aan de hemelsteekens derzelver naam hebben gegeven; de verschillende beteekenis daarvan staat dus in betrekking met hetgene, op onderscheidene tijden des jaars, in hunne landstreken merkwaardigs gebeurde.

De Egyptenaars maakten veel werk van schapen, koeijen en geiten; daarom gaven zij aan de drie sterrenbeelden, die de zon in de lente doorloopt, de namen van deze drie dieren. Het eerste sterrenbeeld, tegenover hetwelk zich de zon bevindt na den winter, als de dagen en nachten gelijk zijn, dus in het laatst der maand Maart, kreeg den naam van het eerste dier, dat alsdan geboren wordt, te weten het *lam*, of eigenlijk van deszelfs vader, den *ram*. Aan het tweede gaven zij den naam van *stier;* en daar de geiten gewoonlijk twee jongen werpen, noemden zij het derde sterrenbeeld de *tweelingen*, die men voorstelt als twee kleine jongens, bekend onder de namen van *Castor* en *Pollux*. Wanneer de zon haren grootsten afstand ten noorden van den evenaar bereikt heeft, keert zij, als 't ware, tot den-

zelven terug. Hierom gaven de Egyptenaren aan het sterrenbeeld, tegenover hetwelk de zon alsdan gezien wordt, den naam van *kreeft*, welk dier, zoo als bekend is, achteruitgaat. De groote hitte, welke daarna volgt, deed hen de zon beschouwen als in hare grootste kracht, hetgene zij aanduidden door aan het volgende sterrenbeeld den naam van *leeuw* te geven. De hierop volgende oogsttijd gaf hun aanleiding, om het zesde sterrenbeeld voor te stellen als eene *maagd*, die korenaren opzamelt. In September zijn de dagen en nachten weder even lang, hetwelk niet beter kon aangeduid worden, dan door het volgende sterrenbeeld zinnebeeldig voor te stellen als eene *weegschaal*, die in evenwigt is. De in October gewoonlijk heerschende ziekten werden vergeleken bij den beet eens *schorpioens;* terwijl de *schutter* betrekking heeft op den invallenden jagttijd. In December bereikt de zon, voor de bewoners van het noordelijk halfrond, hare grootste afwijking; de Egyptenaren kozen daarom voor het volgende sterrenbeeld den naam van *steenbok*, omdat deze dieren de gewoonte hebben, steile bergen en heuvels al grazende te beklimmen, totdat zij derzelver top bereikt hebben. Het toenemend wassen van het water, door den invallenden regentijd, en daaruit ontstane gunstige gelegenheid voor de vischvangst, deed hen aan de beide volgende hemelsteekens de namen van *waterman* en *visschen* geven. De geheele omtrek van den zonneweg is verdeeld in 360 graden, waardoor ieder der twaalf hemelsteekens 30 graden moet bevatten.

Er zijn in dezen zonneweg vier punten, die men meer bijzonder opmerkt, te weten: twee punten, die juist over den evenaar der Aarde staan, en twee, welke het verst boven en beneden den evenaar gelegen zijn. Als de zon zich in de beide eerste punten bevindt, gaat zij, voor al de bewoners der Aarde, juist in het oosten op en in het westen onder, en maakt over de geheele Aarde dag en nacht even lang; waarom men deze beide punten ook *evennachtspunten* noemt. Dit geschiedt tweemaal in het jaar, eens wanneer de zon tegenover het sterrenbeeld den *ram* staat, den 21sten Maart, en eens, als zij in de *weegschaal* komt, den 21sten September.

De punten van den zonneweg, die het verst boven of beneden den evenaar gelegen zijn, noemt men *zonnestands-punten*. In het eerste dezer punten, tegenover den *kreeft*, komt de zon den 21sten Junij, alswanneer de bewoners der Aarde tusschen den evenaar en de noordpool den langsten dag hebben, en die tusschen den evenaar en de zuidpool den kortsten. In het andere, tegenover den *steenbok*, komt zij den 21sten December, wanneer het ten zuiden van den evenaar de langste, en ten noorden van denzelven de kortste dag is. — Bewondert ook in deze schikking weder de wijsheid van den Oneindige; want als de zon bestendig tegenover den evenaar stond, dan zouden dag en nacht het geheele jaar door even lang zijn. Geen verschil van jaargetijden zou alsdan kunnen plaats hebben. Wij zouden voortdurend de gematigde warmte van onze lente of herfst hebben, en het Groeijend Rijk zou nimmer tot rijpheid kunnen komen. De bewoners van den evenaar zouden door de altijd loodregt vallende zonnestralen bezwijken, en in de Poollanden zou men zich nimmer kunnen verheugen in de geringe mate van warmte, die zij nu, althans eenmaal in het jaar, daar genieten. Nu daarentegen wisselen, voor al de bewoners der Aarde, de jaargetijden aangenaam af, en geven, bij hun verschillend genot, aan het Aardrijk de noodige rust en kracht, om alles voort te brengen, wat tot onderhoud van menschen en dieren noodzakelijk is.

Hoe door den verschillenden stand der zon in den zonneweg de onderscheidene jaargetijden ontstaan, zal u misschien nog niet zoo geheel duidelijk zijn; ik zal u dit nader aantoonen. Op den 21sten Maart is, zoo als ik hiervoor zeide, dag en nacht over de geheele Aarde even lang. De zon gaat alsdan om 6 ure op en om 6 ure onder, en schijnt dus lang genoeg, om, door hare koesterende stralen, boomen en planten te doen ontluiken, en wij hebben lente. Na de lente-nachtevening klimt zij voor de bewoners van het noordelijk halfrond dagelijks hooger. De boog, dien zij aan den hemel beschrijft, wordt gedurig grooter, de dagen worden langer en de nachten korter. Door het hooger klimmen der zon, vallen hare stralen minder schuin op de Aarde, en daar zij tevens langer boven den gezigt-

einder vertoeft, zoo vermeerdert de warmte hoe langer hoe meer. Den 21sten Junij heeft de zon hare grootste afwijking ten noorden van den evenaar bereikt, en wij hebben den langsten dag en het begin van den zomer; want, ofschoon na dien tijd de zon, als 't ware, naar den evenaar terugkeert, hare stralen minder loodregt nedervallen en de dagen langzamerhand korter worden, zoo zijn echter, door het lange verwijl van de zon boven den gezigteinder, lucht en Aarde zoodanig verwarmd, dat meestal eerst in Julij en Augustus de grootste zomerhitte daar is, en het Plantenrijk tot volle rijpheid komt.

In het zuidelijk halfrond der Aarde heeft gedurende dien tijd juist het tegendeel plaats.

Na den 21sten Maart, wanneer aldaar de herfst begint, wordt de boog, dien de zon aan den hemel beschrijft, voor de bewoners dier streken gedurig kleiner; de dagen worden dus korter en de nachten langer, totdat eindelijk, op den 21sten Junij, de zon den kleinsten boog aan den hemel doorloopt, en het dus aldaar de kortste dag en het begin van den winter is.

Wanneer de zon voor ons, op den 21sten September, weder naar den evenaar is teruggekeerd, dan hebben wij herfst. De dagen zijn nu zoo veel korter, en de nachten zoo veel langer geworden, dat beide weder aan elkander gelijk zijn, en wij hebben de herfst-nachtevening. De zon gaat nu voor de tweede maal om 6 ure op en om 6 ure onder. De zomerhitte heeft alsdan plaats gemaakt voor de meer gematigde herfstwarmte. Hoe meer zich nu de zon van den evenaar af naar het zuidelijk zonnestandpunt verwijdert, des te kleiner wordt de boog, dien zij aan den hemel beschrijft, en des te korter worden de dagen. Daar nu tevens hare stralen meer schuin op ons vallen, vermindert de warmte allengs en neemt de koude toe. Op den 21sten December, eindelijk, heeft de zon haar laagste punt ten zuiden van den evenaar bereikt; wij hebben den kortsten dag en het begin van den winter. Van nu aan klimt zij dagelijks weder naar den evenaar, welken zij op den 21sten Maart bereikt.

Gedurende dezen tijd, heeft in het zuidelijk halfrond

weder juist het omgekeerde plaats. Na den 21sten September klimt aldaar de zon hoe langer hoe hooger, en daar hare werking voor die streken dezelfde is, als bij ons, zoo moet het daar dus lente zijn, als wij herfst hebben. Op den 21sten December heeft de zon voor dat gedeelte der Aarde haren hoogsten stand aan den hemel bereikt, en maakt alzoo daar den langsten dag, en het begin van den zomer. Keert zij van nu aan weder naar den evenaar terug, waardoor bij ons de dagen langer worden en wij naar de lente spoeden, dan neemt daar de lengte der dagen af en de herfst nadert.

Aan het slot mijner vorige lezing, maakte ik met een enkel woord gewag van de lange nachten in de Poollanden, en daar gij waarschijnlijk de reden hiervan niet zult inzien, wil ik u dit, als tot mijn tegenwoordig onderwerp behoorende, eenigzins nader toelichten.

De Aarde is, zoo als wij weten, een rond ligchaam, hetwelk al zijn licht van de zon ontvangt. Wanneer een rond ligchaam slechts door één lichtgevend ligchaam verlicht wordt, dan is natuurlijk altijd slechts de eene helft verlicht. Dit heeft dus ook zoo plaats met onze Aarde. De geheele omtrek der Aarde, zijnde een cirkel-omtrek, is verdeeld in 360 graden, zoodat derhalve het verlichte gedeelte, de helft van den omtrek, 180 graden bedraagt. Ik heb u vroeger reeds gezegd, dat de evenaar zich juist in het midden tusschen de beide polen bevindt; hij is dus op 90 graden afstands van iedere derzelve, want van de eene pool tot de andere heeft men juist den halven omtrek der Aarde. Wanneer nu de zon op den 21sten Maart tegenover den evenaar staat, dan schijnt zij zoowel tot aan de noordpool als tot aan de zuidpool. Is zij tot 10 graden boven den evenaar geklommen, dan is haar afstand van de noordpool slechts 80, van de zuidpool daarentegen 100 graden; zij schijnt alzoo 10 graden verder dan de noordpool, op welke plaats het dan dag is; tot aan de zuidpool dringen hare stralen evenwel niet door, maar reiken slechts tot op 10 graden van daar, zoodat het daar bestendig nacht is. Hoe verder de zon naar het noorden klimt, hoe verder zij over de noordpool heen schijnt; van de zuidpool verwijdert zij zich echter allengs meer. Dit gaat zoo voort, tot zij eindelijk op

den 21sten Junij haar hoogste standpunt ten noorden van den evenaar bereikt heeft. Zij is alsdan 23½ graad boven den evenaar, schijnt dus 23½ graad verder dan de noordpool en slechts tot op 23½ graad van de zuidpool. Nu daalt zij langzamerhand weder naar den evenaar, waar zij den 21sten September komt. Van den 21sten Maart tot den 21sten September kan men derhalve de zon aan de zuidpool niet zien, terwijl het gedurende dien tijd aan de noordpool bestendig dag is. Want door den schuinen stand der Aarde, blijven, bij hare dagelijksche omdraaijing, de Poollanden voortdurend door de zon verlicht, hetgene bij de lager liggende streken het geval niet is. Door den stand der zon ten zuiden van den evenaar, van den 21sten September tot den 21sten Maart, is alles natuurlijk omgekeerd, en heeft men aan de zuidpool bestendig dag, terwijl het aan de noordpool voortdurend nacht is.

Gij begrijpt ligtelijk, dat die plaatsen, welke, hoewel in de nabijheid der polen, echter op eenigen afstand, bij voorbeeld van 10 of 20 graden, van dezelve gelegen zijn, het licht der zon zoo lang niet missen. Evenwel duurt op 23½ graad afstands van de pool de langste dag, en dus omgekeerd ook de langste nacht, reeds meer dan 24 uren.

Doordien de zon, wanneer zij 23½ graad boven of beneden den evenaar is, als 't ware, tot denzelven terugkeert, verbeeldt men zich op dien afstand van den evenaar twee cirkels, die men *keerkringen* noemt, en onderscheidt in noorder- en zuiderkeerkring. Wanneer de zon tot den zuiderkeerkring genaderd is, schijnt zij, zoo als ik u daareven zeide, slechts tot op 23½ graad van de noordpool en 23½ graad verder dan de zuidpool, waarom men zich ook op die hoogte twee cirkels verbeeldt, die *poolcirkels* genoemd worden.

Deze keerkringen en poolcirkels verdeelen de oppervlakte der Aarde in vijf luchtstreken (*zonen*). Tusschen de beide keerkringen, waar de zonnestralen tweemaal in het jaar loodregt schijnen, en waar dus de grootste warmte heerscht, heeft men de *heete* of *verzengde luchtstreek*.

Tusschen de beide keerkringen en de beide poolcirkels komen de stralen der zon schuin op de Aarde; de warmte

is dus minder sterk, waarom men daar de beide *gematigde luchtstreken* heeft.

Tusschen de poolcirkels en de polen, waar de grootste koude heerscht, heeft men de beide *koude* of *bevrozene luchtstreken*.

De verschijnselen, welke uit de dagelijksche en jaarlijksche beweging der Aarde voor de bewoners der koude en gematigde luchtstreken ontstaan, heb ik vroeger reeds opgegeven. Er blijft mij alzoo nog over, om eene en andere bijzonderheid van de verzengde luchtstreek, hieruit voortvloeijende, mede te deelen.

Over het algemeen is het in deze luchtstreek zeer heet, hoewel de meerdere of mindere verwijdering van den evenaar, de nabijheid der zee en andere omstandigheden, hierin een zeer merkelijk verschil aanbrengen. Veelal stelt men zich den hittegraad van deze Aardstreek sterker voor, dan hij inderdaad is. — De thermometer, of warmtemeter, een werktuig, dat u zeker bekend is, staat aldaar zelden hooger dan 84 tot 90 graden, eene hitte, die ook bij ons in warme zomers niet zeldzaam is. Bij ons echter duurt zoodanige hitte ten hoogste eenige uren; terwijl zij in de heete luchtstreek dagelijks, gedurende verscheidene uren, hare verzengende kracht uitoefent. Dáár neemt dus het afmattend vermogen der warmte gestadig toe, en zou eindelijk ondragelijk worden, indien Gods Vaderliefde ook hierin niet voorzag. De bewoners dezer luchtstreek zien namelijk, zoo als ik u boven zeide, tweemaal in het jaar de zonnestralen loodregt nederschieten, doch ook gedurende het overige des jaars is de zon in de nabijheid van hun toppunt. Hierdoor zijn voor hen dag en nacht het geheele jaar door even lang, of althans ten naaste bij even lang; de zon verbergt zich dus elken dag gedurende 12 uren voor hun aangezigt, en geeft daardoor aan het verschroeide Aardrijk gelegenheid om zich te verkoelen, waartoe verfrisschende zeewinden, die op de meeste gedeelten van deze luchtstreek geregeld des avonds waaijen, zeer veel bijdragen.

Doordien de zon bijna altijd in het toppunt van deze plaatsen staat, begrijpt gij ligtelijk, dat hier geen winter, gelijk bij ons, kan plaats hebben; men heeft er alleen

drooge en natte jaargetijden. — Op die plaatsen, waar de zon juist in het toppunt staat, wasemt het water natuurlijk het sterkst uit, zoodat de lucht geheel met waterdampen wordt opgevuld, die zich zamenpakken en in regenstroomen nedervallen; dit wordt *regentijd* genoemd. Deze regentijd is wel lastig, en dikwijls ongezond; maar aangezien hij de uitgedroogde aarde verfrischt, aan boomen en planten een nieuw leven schenkt, en invalt op eenen tijd, als de hitte anders het sterkst zou zijn, is hij als eene onschatbare weldaad van den liefderijken Albestuurder aan te merken. Daar de zon op alle plaatsen nabij den evenaar tweemaal in het toppunt staat, heeft men er natuurlijk tweemaal in het jaar regentijd en dus ook tweemaal droogte.

Ik heb tot hier toe meestal zoo gesproken, alsof werkelijk de zon zich door den zonneweg beweegt. Vroeger hebt gij evenwel gezien, dat deze beweging alleen *schijn* is. Het dagelijksch spreekgebruik volgende, zeggen wij: de zon komt tegen het einde van de maand Maart in het sterrenbeeld den *ram*, met het einde van April in den *stier*, enz., en geven daarmede te kennen, dat de zon, die wij bij de *lentenachtevening* (21 Maart) in dat gedeelte des hemels zien, waar zich de *ram* bevindt, door de voortgaande beweging der Aarde, in April tegenover die hemelstreek gezien wordt, waar het sterrenbeeld de *stier* is. Door den steeds veranderenden stand der Aarde, zien wij telkens de zon aan een ander oord des hemels, en schrijven derhalve aan haar de beweging toe, die de Aarde inderdaad zelve ondergaat. Zoo zien wij, wanneer wij in een' cirkel rondom eene stad gaan, de spits van een' toren bestendig aan een ander punt van den hemel. De afbeelding in Fig. 6 zal u deze *schijnbare* beweging der zon, veroorzaakt door de *werkelijke* beweging der Aarde, nog duidelijker maken. Verbeeldt u in Z de zon, in den cirkel met de cijfers 1, 2, 3, enz., de loopbaan der Aarde om de zon, en in den uitersten rand den dierenriem. Wanneer nu de Aarde in haren loopkring bij 12 staat, dan ziet de waarnemer de zon voor (♈) den *ram*, of, daar hij de ruimte tusschen de zon en dit sterrenbeeld niet zien kan, in den *ram*. Na verloop van eene maand is de Aarde tot in 1 voortgerukt, waardoor

men de zon ziet in het teeken van den *stier*, en zoo vervolgens alle teekens van den dierenriem door. Terwijl dus onze Aarde zich in hare loopbaan eens om de zon beweegt, schijnt het ons toe, alsof deze laatste achtereenvolgend door de twaalf teekens van den dierenriem gaat, en daardoor voor ons de verschillende jaargetijden veroorzaakt. Immers, dat deze laatste werkelijk door de beweging der Aarde om de zon ontstaan, zal u uit de beschouwing van Fig. 9 duidelijk blijken. Verbeeldt u in het langwerpig rond *a b c d* de loopbaan der Aarde om de zon Z; in *a* den stand der Aarde op den 21sten December, en in *m* het gedeelte derzelve, dat wij bewonen. Wanneer nu het punt *m*, zoo als in de figuur, het naast bij de zon staat, hebben wij middag. Door de wenteling der Aarde om hare as, komt het punt *m*, na verloop van ruim 3 uren, in *r*, alswanneer de zon zich reeds aan ons gezigt onttrekt, en het dus avond wordt. Dat hiertoe slechts ruim 3 uren vereischt worden, blijkt mede uit de figuur. De afstand van *m* tot *r* is weinig meer dan een vierde deel van den halven cirkel *m r t*, of een achtste deel van den omtrek des geheelen bols, welks omdraaijing in 24 uren geschiedt; waaruit volgt, dat wij van *m* tot *r* het achtste deel van eenen dag, of 3 uren, hebben afgelegd. Hetzelfde heeft plaats aan de andere zijde van den bol. Eerst ruim 3 uren vóór den middag, wordt de zon voor ons zigtbaar, zoodat de dag niet langer dan nagenoeg 7 uren duurt. Deze kortheid van den dag, gevoegd bij de schuine rigting Z *m* der zonnestralen, veroorzaakt, zoo als ik u bij het begin dezer lezing reeds verklaard heb, den *winter*.

Na drie maanden, dus op den 21sten Maart, is de Aarde van *a* tot *b* gekomen. Hier is de afstand van *m* tot *r* juist de helft van den halven cirkel *t m r*, of een vierde deel van den omtrek des geheelen bols, zoodat, om dezen af te leggen, de Aarde 6 uren besteedt. Zes uren na den middag gaat dus, bij dezen stand der Aarde, de zon voor ons onder; en reeds in *t* wordt zij weder zigtbaar, zijnde de afstand van *t* tot *m* mede een vierde gedeelte van den omtrek, zoodat wij reeds 6 uren vóór den middag de zon zien, en de dag derhalve 12 uren duurt; wij hebben alsdan *lente*.

Nog drie maanden later, op den 21sten Junij, is de Aarde in den stand *c*. De afstand van *t*, waar de zon voor ons opkomt, tot *m* is nu ten naasten bij drie vierde gedeelten van den halven cirkel *r t m*, zoodat er bijna 9 uren, na den opgang der zon, verloopen, eer wij middag hebben, en daarna evenveel uren alvorens de zon ondergaat. De lengte van den dag is dus alsdan omtrent 17 uren, en daar nu tevens de zonnestralen Z *m* meer loodregt tot ons komen, is de warmte zooveel te sterker, en wij hebben *zomer*.

Na verloop van nogmaals drie maanden, op den 21sten September, is de Aarde in *d* gekomen, alswanneer dezelfde verschijnselen, ten aanzien van stand en rigting tot de zon, plaats vinden, als in de lente, en het is voor ons *herfst*.

De loopkring van onze Aarde om de zon is geen volmaakte cirkel, maar langwerpig rond. Naauwkeurige waarnemingen hebben dit overtuigend bewezen.

Tot het beschouwen van de zon, maan en sterren, gebruiken de Sterrekundigen groote en *ver*-dragende verrekijkers, die men *teleskopen* noemt. Wanneer men zich van deze bedient, om de grootte van eenig hemelligchaam te bepalen, dan worden voor zoodanigen teleskoop eenige fijne draden of haren, digt bij elkander op gelijken afstand, gespannen, en men noemt alsdan dit werktuig *micrometer*. Naar mate nu een ligchaam, door een' micrometer gezien, meer tusschenruimte beslaat, naar die mate is het natuurlijk grooter. Met zulk een' micrometer heeft men, gedurende een geheel jaar, dagelijks de zon waargenomen, en bevonden, dat zij in den winter meer tusschenruimten besloeg dan in den zomer, en dus in den winter zich grooter vertoonde dan in den zomer, hetgene nergens anders door veroorzaakt kan worden, dan doordien zij in den winter digter bij onze Aarde is dan in den zomer, en dit nu kan weder geene plaats hebben, als de loopkring der Aarde volmaakt rond is, maar alleen door eene langwerpig ronde loopbaan aan te nemen. Men heeft berekend, dat de middelbare afstand van de Aarde tot de zon bedraagt een en twintig millioenen mijlen, haar geringste 20 millioen 640 duizend en haar grootste 21 millioen en bijna 400 duizend mijlen. Misschien zult gij zeggen: hoe is het mogelijk, dat

wij in den winter digter bij de zon zijn dan in den zomer, daar het in den winter zooveel kouder is? Dit zult gij gemakkelijk begrijpen, als gij u herinnert, wat ik vroeger in deze lezing van den stand der Aarde ten opzigte van de zon in den winter gezegd heb, dat namelijk, in dat jaargetijde, de stralen der zon op het gedeelte der Aarde, hetwelk wij bewonen, meer schuin vallen, en de zon voor ons minder lang boven den gezigteinder blijft dan in den zomer.

De baan, welke de Aarde in een jaar om de zon aflegt, bedraagt honderd een en dertig millioenen mijlen, zoodat wij ieder uur een' weg afleggen van ruim 14400 mijlen, of bijna 20000 uren. Welk eene verbazende snelheid! Ons verstand duizelt bij de voorstelling van dezelve, en vol eerbied roepen wij met den gewijden Dichter van den 145sten *Psalm* uit: "De Heer is groot, en zijne grootheid is on-"doorgrondelijk!"

De tijd, welken de Aarde besteedt tot haren loop om de zon, heeft, van de oudste tijden af, tot grondslag gediend der tijdsbepaling of tijdrekening. En inderdaad moest het iederen opmerkzamen waarnemer spoedig opvallen, dat er van den eenen oogst tot den anderen telkens een bijna gelijk getal dagen verliep, terwijl wij uit het scheppingsverhaal, *Genesis* I:14: "En God zeide: dat er lichten zijn in "het uitspansel des hemels, om scheiding te maken tusschen "den dag en tusschen den nacht, en dat zij zijn tot teeke-"nen en gezette tijden, en tot dagen en jaren!" kunnen opmaken, dat werkelijk de berekening van het jaar, volgens den schijnbaren loop der zon, aan de eerste bewoners der Aarde is bekend geweest. Men kan wel niet verwachten, dat deze berekening met Sterrekundige juistheid zal geschied zijn; want gesteld, dat de zaaitijd als het begin van een jaar wierd aangemerkt, dan zou dit het eene jaar een weinig vroeger, het andere een weinig later kunnen plaats hebben; doch door elkander genomen, was deze berekening vrij juist. Ten tijde van den Zondvloed, verdeelde men het jaar reeds in twaalf maanden, en de maand in dertig dagen; hetgene, onder anderen, duidelijk is aangetoond door den Hoogleeraar VAN DER PALM, in zijnen *Bijbel voor de Jeugd*, Deel II, Hoofdst. 5.

In lateren tijd, toen men meer naauwkeurig den loop der hemelsche ligchamen begon waar te nemen, heeft men bevonden, dat de tijd van den loop der Aarde om de zon is 365 dagen, 5 uren, 48 minuten en 48 sekonden. Wij rekenen echter, zoo als gij weet, ons gewone jaar op 365 dagen. Daar evenwel de Aarde nog bijna 6 uren meer voor haren omloop noodig heeft, zoo maken deze 6 uren in 4 jaren tijds eenen geheelen dag uit, waarom men dan ook om de vier jaren een' dag meer telt, en dus een jaar van 366 dagen heeft. Zulk een jaar wordt *schrikkeljaar* genoemd. Men kan het schrikkeljaar gemakkelijk aan het jaargetal zelf onderkennen. Wanneer de twee laatste cijfers van hetzelve door 4 kunnen gedeeld worden, zonder dat er iets overschiet, dan is zoodanig jaar een schrikkeljaar; bij voorbeeld: van 1836 kunnen de twee laatste cijfers, 36, zonder overschot, door 4 gedeeld worden, zoodat 1836 een schrikkeljaar was. 37, 38 en 39 zijn niet juist deelbaar door 4; waarom ook de jaren 1837—1839 geene schrikkeljaren zijn. — De bepaling van het schrikkeljaar, tot meer naauwkeurige tijdrekening, werd kort vóór de geboorte van CHRISTUS gemaakt door den Romeinschen Drieman JULIUS CESAR, naar wien zij de *Juliaansche Tijdrekening* genoemd wordt.

Deze Tijdrekening was echter nog niet volkomen naauwkeurig. Bij dezelve is namelijk het jaar bepaald op 365 dagen en 6 uren, terwijl het slechts 365 dagen, 5 uren, 48 minuten en 48 sekonden is. Volgens de Juliaansche Tijdrekening wordt dus ieder jaar 11 minuten en 12 sekonden te veel genomen, hetgene wel van geen groot belang schijnt, maar echter, na verloop van vele jaren, reeds een aanmerkelijk veeschil uitmaakt, als zijnde na verloop van eene eeuw reeds 19 uren, dus in vier eeuwen ruim drie dagen. Paus GREGORIUS XIII was de eerste, die ernstige pogingen aanwendde, om het verlies, hierdoor ontstaan, te herstellen, en voor het vervolg voor te komen. Hij maakte in het jaar 1577 zijn voornemen deswege aan alle Christen-Vorsten bekend, en, nadat hij de voornaamste Sterrekundigen dienaangaande geraadpleegd had, werd door hem in 1582 gelast, dat in dat jaar, en wel in de maand October, tien dagen moesten wegvallen, omdat er, van het begin der

Juliaansche Tijdrekening tot op dien tijd, reeds tien dagen te veel berekend waren. In plaats van 31, had dus de maand October van dat jaar slechts 21 dagen. Hij bepaalde verder, dat voortaan in vier eeuwen drie schrikkeljaren zouden weggelaten worden, en bestemde daartoe de slotjaren van drie achtereenvolgende eeuwen; zoodat de jaren 1700, 1800 en 1900, die anders schrikkeljaren waren, nu gewone jaren zijn. Het slotjaar van de daarop volgende eeuw, 2000, zal echter wederom een schrikkeljaar wezen. Deze Tijdrekening, de *Gregoriaansche* genoemd, wordt door de meeste Christen-volken, tot op onzen tijd, in acht genomen. Alleen bij de Grieksche of Oostersche Christenen is nog de Juliaansche in stand gebleven, zoodat de Russen, die tot het Grieksche Kerkgenootschap behooren, thans met ons reeds 12 dagen in tijdrekening verschillen; wanneer wij, bij voorbeeld, den 1sten Mei hebben, is het bij hen eerst 19 April. De Juliaansche Tijdrekening, door de Russen gevolgd, wordt gewoonlijk *oude stijl*, en de Gregoriaansche *nieuwe stijl* genoemd.

En hiermede zullen wij, voor eenigen tijd, met onze beschouwing de Aarde verlaten, om die hemelligchamen, welke met haar in onmiddellijk verband staan, eenigzins nader te leeren kennen.

VIJFDE LEZING.

Over de maan.

Nadat wij onze Aarde op hare jaarlijksche reis om de zon hebben gevolgd, willen wij ons nu eens zetten, om hare getrouwe gezellin op dien weg, de maan, van nader bij te beschouwen.

De maan is op zich zelve een duister ligchaam, hetwelk, even als de Aarde, al zijn licht van de zon ontvangt, en op onze Aarde terugkaatst. De gedaante der maan is bolvormig. Haar omtrek bedraagt nagenoeg 1460 mijlen. Als gij u herinnert, wat ik u vroeger zeide, betreffende de bepaling van de grootte der Aarde, zult gij gemakkelijk kunnen berekenen, dat hare oppervlakte 678900 vierkante mijlen

en haar ligchamelijke inhoud ruim $52\frac{1}{2}$ millioen kubieke mijlen bedraagt, zoodat hare oppervlakte bijna 14 maal, en haar ligchamelijke inhoud omtrent 50 maal kleiner is dan onze Aarde.

Daar de loopbaan van de maan om de Aarde langwerpig rond is, zoo volgt daaruit, dat zij niet altijd even ver van ons verwijderd is. Den grootsten afstand heeft men berekend op 54681 mijlen, den kleinsten op 48020, en den gemiddelden op 51744 mijlen; een' weg, welken een afgeschoten kanonskogel, wanneer hij de eerste snelheid behield, in 22 of 24 dagen zou kunnen afleggen.

De maan heeft twee bewegingen: de eene om de Aarde en tevens met haar om de zon, de andere om hare as.

Even als de zon in den zomer, des middags, hooger aan den hemel staat dan des winters; in het eerste jaargetijde langer boven den gezigteinder blijft dan in het laatste, zoo verandert ook de hoogte van de maan op onderscheidene tijden van het jaar. — Bij de verklaring van dit verschijnsel ten aanzien der zon, heb ik u gezegd, dat het veroorzaakt wordt door den schuinen stand der Aarde, en daar zij dezen stand ook ten opzigte van de maan heeft, zoo ontstaat daardoor hetzelfde uitwerksel. Deze schuine rigting is echter met betrekking tot de maan nog grooter dan bij de zon, waardoor de maan, bij haren hoogsten stand, grooter boog aan den hemel beschrijft dan de zon.

Ik heb hiervoor gezegd, dat de maan zich in eene langwerpig ronde loopbaan om de Aarde beweegt. Dit heeft men ontdekt door hetzelfde werktuig, waardoor men, zoo als ik u vroeger reeds gezegd heb, de langwerpig ronde (*elliptische*) baan van de Aarde om de zon heeft bewezen, namelijk door een' micrometer. Zij legt haren weg om de Aarde af in 27 dagen en 8 uren; doch daar de laatste in dien tijd een aanmerkelijk gedeelte van hare loopbaan om de zon heeft doorloopen, heeft de maan nog 2 dagen en 4 uren noodig, om weder in denzelfden stand tusschen de Aarde en de zon te komen, zoodat zij in het geheel $29\frac{1}{2}$ dag tot haren loop om de Aarde besteedt. Zij moet gedurende dien tijd tweemaal door de loopbaan der Aarde om de zon gaan. De beide punten, waar deze doorgang geschiedt, noemt men

knoopen van den maansweg. Deze knoopen zijn niet alle jaar op denzelfden tijd in dezelfde punten van den zonneweg, maar wijken jaarlijks eenige graden af, zoodat zij eerst na bijna 19 jaren weder op dezelfde plaats zijn; welke afwijking veroorzaakt wordt, doordien de loopbaan der maan met die der Aarde een' hoek maakt van 5 graden, waardoor de maan nu eens boven en dan weder beneden den loopkring der Aarde is, en dus eigenlijk niet juist in de bovengenoemde knoopen komt.

De benamingen van *nieuwe maan*, *eerste kwartier*, *volle maan* en *laatste kwartier* zijn een' ieder bekend. Minder algemeen weet men misschien de reden van de verschijnselen, welke door die benamingen worden aangeduid; waarom ik ze u nader zal ontvouwen.

Wanneer de maan, op haren weg om de Aarde, tusschen de laatse en de zon staat, keert zij aan de Aarde hare donkere zijde toe; want daar zij een bol is, die al haar licht alleen van de zon ontvangt, is altijd slechts die helft van hare oppervlakte, welke naar de zon gewend is, verlicht. Men kan haar dus in dien staat op de Aarde niet zien, en wij noemen haar *nieuwe maan*. Na verloop van eenen dag, is zij reeds eenigzins van de rigting tusschen de Aarde en de zon verwijderd; zoodat men haar dan, kort na den ondergang der zon, in de gedaante van twee horens aan den westelijken gezigteinder bemerkt. Met elken dag verwijdert zij zich verder van de zon, waardoor wij dus telkens meer van hare verlichte oppervlakte te zien krijgen; totdat zij, na bijna zeven dagen, een vierde gedeelte van haren weg om de Aarde afgelegd heeft, en zich aan ons vertoont als een verlicht halfrond. Men zegt alsdan: het is *eerste kwartier* der maan. Van dien tijd af, verwijdert zij zich hoe langer hoe verder van de zon, en staat, als 't ware, achter de Aarde, zoodat de zonnestralen voorbij de Aarde heen tot haar komen. Hierdoor zien wij natuurlijk dagelijks meer van hare verlichte zijde, tot wij, omtrent zeven dagen na het eerste kwartier, hare verlichte oppervlakte geheel aanschouwen. Zij staat nu weder regt over de zon, met de Aarde in het midden, en heet alsdan *volle maan*. Door haren regtlijnigen stand met de

Aarde en de zon, gaat zij nu op hetzelfde oogenblik op, als de zon ondergaat. Daar zij sedert haren eerstgenoemden stand bij de zon gedurig meer van hare verlichte oppervlakte laat zien, noemt men haar, gedurende dien tijd, *wassende maan*. Vervolgens begint zij langzamerhand weder af te nemen, even zoo als zij vroeger was toegenomen, hoewel aan den tegenovergestelden kant, en vertoont, na zeven dagen, slechts weder hare halve verlichte zijde; zij is dan in het *laatste kwartier*, en heeft dus drie vierde gedeelte van haren weg afgelegd. Zij komt nu weder zoo kort bij de zon, vóór de Aarde, dat alleen een klein gedeelte, in den vorm van twee horens, verlicht schijnt. Door hare nabijheid van de zon, gaat zij slechts één of twee uren vroeger dan deze op, en komt eindelijk op nieuws juist tusschen haar en de Aarde, gaat gelijk met haar op en onder, waardoor het dus weder *nieuwe maan* is. Omdat van volle maan tot nieuwe maan haar licht allengs vermindert, wordt zij in dien tijd *afnemende maan* genoemd. Deze verschillende standen der maan noemt men gewoonlijk *kwartieren*, of, met een vreemd woord, *phases* der maan.

Ik zal wel niet behoeven te zeggen, dat de maan, gedurende deze verschillende standen, niet werkelijk van gedaante verandert, en nu eens den vorm van eene halve, dan weder van eene geheele schijf aanneemt, daar het ongerijmde van deze vooronderstelling, bij eene oplettende beschouwing van de maan zelve, dadelijk in het oog valt. Ieder toch, die niet zeer zwak van gezigt is, zal, bij helder weder, zelfs kort vóór of na nieuwe maan, wanneer slechts een gering gedeelte van hare oppervlakte voor ons verlicht schijnt, zeer goed ook den vorm van het voor ons duistere gedeelte kunnen zien, waardoor de rondheid van het geheel volkomen blijkt, terwijl zulks verder overtuigend is op te merken bij eene zonsverduistering (zonëklips). Deze kan nooit anders plaats hebben dan bij nieuwe maan; het beeld of de schaduw der maan vertoont zich dan op de zon; en nu weet ieder, die ooit eene zonsverduistering heeft waargenomen, dat deze schaduw *altijd* rond is.

Behalve de beweging, die ik straks beschreef, heeft de maan nog eene andere, en wel om hare as. — Vroegere

Sterrekundigen meenden, dat de maan niet om hare as draaide, omdat zij altijd dezelfde zijde naar ons toegekeerd heeft; hetgene men uit de donkere vlakken, die aanhoudend in denzelfden vorm voorkomen, kan opmerken. Maar juist dit, dat de maan bestendig dezelfde zijde naar ons toegekeerd heeft, bewijst de wenteling om hare as. Want verbeeldt u, dat iemand in eenen kring om u heenloopt, en bestendig het gezigt naar ééne rigting, b. v. naar het noorden, houdt, dan kan hij om u heengaan, zonder zich om te draaijen, maar dan ziet gij ook niet altijd hetzelfde gedeelte van zijn ligchaam; in tegendeel ziet gij nu zijn aangezigt, daarop zijne zijde en dan zijnen rug. Maar keert nu het geval eens om, en stelt u voor, dat gij van iemand, die in eenen kring om u heenloopt, bestendig het aangezigt ziet, dan heeft natuurlijk de bewegende persoon, gedurende zijnen omloop, naar alle zijden, naar het noorden, oosten, zuiden en westen gezien, en dit kan men immers niet doen, zonder zich om te draaijen? Zoo nu is het ook met de maan. Wij zien altijd dezelfde helft van hare oppervlakte, en dus moet zij zich, in 29½ dag, eenmaal om hare as wentelen.

Uit de beweging van de maan om de Aarde ontstaan twee zeer merkwaardige verschijnselen, te weten de zons- en maansverduisteringen. Van beide heb ik reeds een- en andermaal met een enkel woord gesproken; nu zullen wij ze eens van nader bij beschouwen.

Zoo als gij weet, geeft een donker ligchaam, wanneer het vóór het licht staat, eene schaduw van zich. Wanneer dus de maan, die, zoo als ik reeds gezegd heb, op zich zelve een duister ligchaam is, tusschen de zon en de Aarde komt, moet de schaduw der maan op de Aarde vallen, en een gedeelte van hare oppervlakte verdonkeren, zoodat de zon, voor de bewoners van dat gedeelte, geheel of ten deele onzigtbaar wordt. Dit wordt eene *zonsverduistering* of *zonëklips* genoemd. — Staat daarentegen de maan achter de Aarde, zoodat deze laatste zich juist tusschen haar en de zon bevindt, dan valt de schaduw der Aarde, die ook een duister ligchaam is, op de maan, welke daardoor verduisterd wordt, en dit noemt men eene *maansverduistering* of *maanëklips*. In den eersten stand komt de maan alleen bij nieuwe maan,

zoodat eene zonsverduistering nooit anders dan op dien tijd kan plaats hebben; en daar hare geheel verlichte oppervlakte (volle maan) nooit anders gezien wordt, dan wanneer zij met de Aarde en de zon eene regte lijn uitmaakt, zoo vallen de maansverduisteringen alleen voor bij volle maan.

Maar, vraagt gij zeker, hoe komt het, dat wij dan niet bij iedere nieuwe maan zonsverduistering, en bij elke volle maan maansverduistering hebben? De reden daarvan zal ik u opgeven.

Als de loopbaan der maan volkomen gelijk was aan die der Aarde, dan zou er bij elke nieuwe en volle maan eene verduistering van zon en maan moeten plaats hebben; maar gij herinnert u, dat ik hiervoor gezegd heb, dat de baan der maan 5 graden van die der Aarde afwijkt, waardoor de maan nu eens boven, dan beneden den loopkring der Aarde heengaat. Zij komt dan wel bij iedere nieuwe maan tusschen de zon en de Aarde, maar staat meestal zooveel hooger of lager, dat hare schaduw langs de Aarde heenvalt. En zoo is het ook bij volle maan: de Aarde staat dan wel tusschen haar en de zon; maar ook dan is zij gewoonlijk iets hooger of lager, waardoor de schaduw der Aarde haar niet kan bedekken. Alleen dan, wanneer hare loopbaan, ten tijde der nieuwe of volle maan, juist door den loopkring der Aarde gaat, en dus in de knoopen komt, kan er eene zons- of maansverduistering plaats hebben.

Men onderscheidt de eklipsen in *totale* of *geheele*, en *partiale* of *gedeeltelijke*. Tot eene totale zonsverduistering wordt altijd vereischt, dat de maan zich juist in den knoop bevindt, de Aarde het verst van de zon en de maan het digtst bij de Aarde is. En zelfs dan is de verduistering slechts voor een klein gedeelte van de oppervlakte der Aarde en gedurende weinige minuten, totaal. Is de maan iets boven of beneden den knoop, dan kan, door hare kleine oppervlakte, de zon nimmer geheel verduisterd schijnen, terwijl de Aarde het verst van de zon, en de maan het digst bij de Aarde moet wezen, om de zon iets kleiner en de maan iets grooter te doen voorkomen. Uit de afbeelding, Fig. 7, zal u blijken, dat werkelijk slechts voor weinige oogenblikken, en op enkele plaatsen der Aarde, de zon totaal kan verduisterd zijn;

want verbeeldt u, dat Z de zon, M de maan, A de Aarde en *bcd* de schaduw der maan zij, waarvan de punt in *d* op de Aarde valt, dan zal men alleen in *d* de totale zonsverduistering kunnen waarnemen; op iedere andere plaats is zij partiaal, en in meer verwijderde streken zelfs geheel onzigtbaar; zij duurt slechts weinige minuten, omdat de snelheid van den loop, zoowel van de Aarde als van de maan, zeer spoedig beider stand ten aanzien van de zon doet veranderen. Gij kunt hieruit ligtelijk opmaken, dat zoodanige verduisteringen niet dan zeldzaam op dezelfde plaats gezien worden; maar wanneer dit gebeurt, zijn zij hoogst merkwaardig. De heldere dag verandert daardoor, gedurende eenige minuten, in duisteren nacht; enkele sterren worden zigtbaar; kippen en ander gevogelte begeven zich ter rust, terwijl de nachtvogels hunne schuilhoeken verlaten. Deze verschijnselen vertoonen zich ook, min of meer, bij eene partiale verduistering, wanneer namelijk een *groot gedeelte* van de zon door de maan bedekt wordt; zoo als gij, onder anderen, op den 15den Mei, 1836, hebt kunnen opmerken, toen men duidelijk een paar sterren aan den hemel kon zien. — Wanneer de verduistering voorvalt op den tijd, dat de Aarde zich niet in haren versten afstand van de zon, en de maan in haren versten afstand van de Aarde bevindt, dan kan er, zoo als ik reeds zeide, geene totale zonsverduistering plaats hebben, omdat de maan zich dan kleiner en de zon grooter vertoont. Men ziet alsdan de maan alleenlijk als eene donkere schijf vóór de zon, terwijl de buitenste rand van de zon geheel onbedekt en dus verlicht blijft. Dergelijke verduisteringen noemt men *ringvormige*.

De totale maansverduisteringen zijn minder zeldzaam; want daar de schaduw der Aarde eene lengte heeft van 186000 mijlen, en de grootste afstand van de maan nog geene 55000 mijlen bedraagt, zoo is het niet volstrekt noodzakelijk, dat de maan zich volkomen in den knoop bevindt, om *geheel* verduisterd te worden. Al staat zij *iets* boven of beneden den knoop, dan kan, door de meerdere uitgebreidheid van de Aardschaduw, en de kleinere oppervlakte van de maan, de laatste toch geheel door die schaduw bedekt en dus verduisterd wezen. Vandaar dan ook, dat eene totale maanëklips

langer dan twee uren kan duren. — Staat de maan echter een weinig verder boven of beneden den knoop, dan kan de schaduw der Aarde haar slechts voor een gedeelte bedekken, hetwelk men eene partiale of gedeeltelijke maanëklips noemt.

Ik zeide zoo even, dat de zonsverduisteringen alleen op sommige gedeelten van de oppervlakte der Aarde kunnen gezien worden; met de maanëklips is dit niet zoo. Deze ziet men op alle plaatsen der Aarde, waar men de maan tijdens hare verduistering zien kan, op hetzelfde oogenblik. Dit komt, omdat de maan werkelijk door de schaduw der Aarde verduisterd wordt, en de zon alleen door het beeld der maan verduisterd *schijnt*, terwijl inderdaad de *Aarde*, door de schaduw der maan, voor een klein gedeelte verduisterd *is*. Het is hiermede gelegen, alsof men in eene kamer, welke slechts door ééne lamp of kaars verlicht is, eenig voorwerp vóór dit licht houdt. De schaduw van dit voorwerp tegen den wand kan door ieder, die in de kamer is, gezien worden; terwijl de kaars of lamp alleen verduisterd is voor dengenen, die dit voorwerp tusschen zijne oogen en het licht houdt.

Door middel van groote teleskopen, hebben de Sterrekundigen niet alleen de grootte en gedaante der maan bepaald, maar zelfs hare oppervlakte gedeeltelijk leeren kennen. Eene en andere bijzonderheid hiervan wil ik u mededeelen.

Reeds met het bloote oog ontdekken wij aan de naar ons toegekeerde zijde der maan eenige heldere en donkere deelen, in welke velen den vorm van een menschelijk gelaat meenen te zien. Deze plekken vertoonen zich niet altijd op dezelfde wijze. Omstreeks den tijd van het eerste en laatste kwartier, ontdekt men verscheidene donkere plaatsen, die bij volle maan niet kunnen gezien worden. Bij het eerste kwartier ontdekt men deze plekken meer naar het oosten, en tegen het laatste kwartier meer naar het westen. Vroeger hield men de donkere plekken voor zeeën en meren, en de lichtere voor het vasteland der maan. Door meer naauwkeurige werktuigen heeft men later bevonden, dat die donkere plekken geen water, maar uitgestrekte vlakten zijn, welke, in vergelijking van de veel hooger liggende bergen, flaauwer verlicht zijn, en dus aan ons donker voorkomen.

Het grooter aantal donkere plaatsen, welke men bij eerste en laatste kwartier aan de maan ontdekt, wordt veroorzaakt door de schaduw van hooge bergen, welke schaduw ten tijde der volle maan niet kan worden waargenomen, omdat wij de maan alsdan regt tegenover de zon zien, en de zonnestralen bij gevolg loodregt op de maanbergen vallen.

De heldere en verlichte plekken, welke men aan de maan bespeurt, tijdens haar eerste en laatste kwartier, zijn alle bergen, van welke men, zelfs door middelmatige verrekijkers, de schaduw kan ontdekken. Reeds voorlang hebben de Sterrekundigen de verlichte plekken der maan voor bergen gehouden, hetgene zij onder anderen opmaakten uit de bijzonderheid, dat men bij eerste en laatste kwartier, met een' gewonen verrekijker, in het donkere gedeelte der maan enkele lichtende punten bemerkt, die van de verlichte zijde der maan geheel afgescheiden, en van alle kanten door het duister omringd zijn. Deze punten nu zijn juist datgene, hetwelk men bij de wassende maan als meer heldere plekken waarneemt. De oorzaak van derzelver verlichting, te midden der omringende duisternis, laat zich terstond verklaren, als men ze zich als bergen voorstelt, waarvan de hoogste toppen verlicht zijn en aan den voet nog alles donker is. Dit verschijnsel is zelfs op onze Aarde niet vreemd. De hooge toppen der *Alpen*, b. v., ziet men reeds zeer vroeg in den morgen, en op een' grooten afstand, door de stralen der zon schitteren, terwijl de landstreek beneden nog in de diepste duisternis gehuld is. — Vele der maanbergen heeft men bevonden Vulkanisch te zijn, dat is te zeggen, dat zij van tijd tot tijd vuur braken of uitwerpen, hetgene men uit de gedaante van derzelver toppen of kruinen en uit andere omstandigheden heeft afgeleid.

Men is thans reeds zoo ver gekomen, dat men de hoogte der maanbergen en de uitgestrektheid der vlakten er tusschen gemeten, en van de geheele zigtbare oppervlakte behoorlijke maankaarten vervaardigd heeft. Zelfs beweren onze hedendaagsche Sterrekundigen, onderscheidene verschijnselen op de maan te hebben waargenomen, die niet als werktuigen der Natuur, maar als kunstgewrochten van redelijke bewoners aan te merken zijn. En dit laatste is waarlijk zoo ongerijmd niet.

Immers laat het zich van een alwijs God niet denken, dat Hij zulk een groot ligchaam, als de maan is, alleen zou daargesteld hebben, om onze Aarde, gedurende eenige dagen eener maand, bij nacht te verlichten; want aan andere hemelligchamen kan zij de bedoelde dienst niet bewijzen, door den grooten afstand, op welken zij zich van deze bevindt.

En nu, mijne vrienden! meen ik u genoegzaam bekend gemaakt te hebben met dien hemelbol, welke, na de zon, voor onze Aarde van het meeste belang is. Laat mij dit nog, tot slot dezer lezing, kortelijk met u nagaan.

De maan veraangenaamt onze avonden en lange winternachten, en bewijst ons, door haar liefelijk licht, de gewigtigste diensten. Dit is inzonderheid het geval voor de bewoners der Poollanden. Deze hebben, zoo als gij u uit eene vroegere lezing zult herinneren, een' dag en nacht, welke niet bij uren, maar bij dagen en maanden berekend wordt. En juist voor die streken gaat de maan, gedurende eenige dagen in de maand, niet onder, doordien de boog, welken zij aan den hemel beschrijft, zooveel grooter is dan die van de zon. De bewoners dezer Landen zien de maan, alle vier weken, ten minste tien of twaalf dagen, altijd boven hunnen gezigteinder, en wel juist dan, wanneer zij het helderst schijnt, te weten, van het eerste tot het laatste kwartier.

De maan is, in vele opzigten, ten naauwste met de Aarde verwant, en oefent op verschillende wijzen haren invloed op haar uit. Een der belangrijkste uitwerkselen hiervan is de op- en nedergaande beweging van het zeewater, bekend onder den naam van *eb* en *vloed*. In den tijd van 24 uren en 49 minuten vloeit het water tweemaal van zijne oevers af, hetgene men *eb* noemt, en stroomt er tweemaal naar toe, dat *vloed* geheeten wordt. Dit verschijnsel wordt ontegenzeggelijk door de maan veroorzaakt. Want, even als de maan iederen dag 49 minuten, dus bijna één uur later boven den gezigteinder komt dan den vorigen dag, zoo begint ook de vloed elken volgenden dag 49 minuten later dan den voorgaanden; terwijl eindelijk omstreeks nieuwe- en volle maan de vloed het sterkst is, dien men alsdan *springvloed* noemt. Later zal ik gelegenheid hebben, u het onwaardeerbare nut van de eb en vloed aan te toonen.

ZESDE LEZING.

Over het zonnestelsel.

Wanneer wij, op eenen helderen avond, het uitspansel boven en rondom ons beschouwen, zien wij het bezaaid met tallooze sterren, die, afzonderlijk, of groepswijze, met meer of minder helderheid, aan den hemel flonkeren. Na hetgene ik u over de gedaante, grootte en beweging der maan heb medegedeeld, zal het u wel niet verwonderen, als ik u zeg, dat deze verlichte stippen bollen zijn, die, meest alle grooter dan onze Aarde, op oneindigen afstand van haar, in de onmetelijke luchtruimte voortzweven. Men verdeelt die in *vaste sterren*, *planeten* of *dwaalsterren* en *kometen* of *staartsterren*.

Verreweg het grootste gedeelte der sterren, die wij des avonds aan het uitspansel ontdekken, zijn *vaste sterren*, en worden dus genoemd, omdat zij, met betrekking tot elkander, een' vasten en onveranderlijken stand hebben. Het groot aantal dezer sterren maakt het ondoenlijk, aan iedere derzelve een' bijzonderen naam te geven; waarom men dan ook, van de vroegste tijden af, bedacht is geweest, eenige van haar, onder de gemeenschappelijke benaming van eenig beeld, bij elkander te nemen. Zij staan alle op ondenkbaar verren afstand van onze Aarde, waarvan de volgende opmerking u een flaauw denkbeeld zal geven. De middellijn van de loopbaan der Aarde is ten naasten bij 40 millioenen mijlen groot, zoodat de Aarde op dit oogenblik 40 millioenen mijlen nader is bij zekere sterren dan vóór zes maanden, en nogtans bemerkt men in grootte en helderheid er geene de minste verandering aan. Verbeeldt u nu eens, hoe groot eene lijn zijn moet, waarbij eene lengte van 40 millioenen mijlen, om welke af te leggen, een kanonskogel bijna 50 jaren met zijne eerste snelheid zou moeten voortloopen, niet in aanmerking komt! Hier duizelt ons verstand, hier faalt de sterkste verbeeldingskracht, en, eerbiedig bewonderend, roepen wij wij uit: "o God! Gij zijt "groot en wij begrijpen U niet!"

In weêrwil van den verbazenden afstand der vaste sterren, hebben zij een ongemeen helder licht, hetwelk dat der planeten, die zooveel korter bij onze Aarde zijn, verre overtreft. Wanneer men nu hierbij in aanmerking neemt, dat deze lichtsterkte niet vermindert, als onze Aarde 40 millioenen mijlen meer van de eene of andere vaste ster verwijderd is, dan is er voorzeker geen twijfel aan, dat de vaste sterren zonnen, dat wil zeggen, zoodanige bollen zijn, die in zich zelve hun licht hebben, even als onze zon.

De beroemde Sterrekundige HERSCHEL heeft berekend, dat het getal der vaste sterren 75 millioenen bedraagt.

Dit zij genoeg hiervan; want daar de vaste sterren in geen dadelijk verband met onze Aarde of met onze zon staan, heb ik u alleen ter loops eenige aanmerkingen omtrent haar willen mededeelen. — In meer regtstreeksch verband met onze Aarde staan de *planeten* of *dwaalsterren* en de *kometen* of *staartsterren*, omdat zij, even als de Aarde, zich met hare manen om de zon bewegen en van deze haar licht en warmte ontvangen. Daar de zon dus, als 't ware, de weldoenster is van alles, wat op deze planeten leeft en bestaat, zoo is de benaming van *zonnestelsel*, welke men aan al deze bollen, de zon er mede onder begrepen, geeft, zeer eigenaardig.

Dit zonnestelsel, waarvan onze Aarde een gedeelte uitmaakt, verdient nader door u gekend te worden, waarom ik hetzelve eenigzins uitvoeriger met u wil beschouwen. — De zon, als het hoofdbestanddeel er van, trekt in de eerste plaats onze aandacht.

In vroeger tijd dacht men zeer verschillend over de eigenlijke gesteldheid der zon. De meesten waren van gevoelen, dat zij een werkelijk brandend ligchaam was. En waarlijk voor deze meening bestond veel grond. Immers weet ieder, dat zij de eigenschap bezit, om de voorwerpen, die zij met hare stralen beschijnt, te verwarmen, en zelfs tot eenen hoogen graad te verhitten. Ieder weet, dat de nacht, gedurende welken wij van het licht der zon beroofd zijn, kouder is dan de dag, en dat een nevel- of regenachtige dag, wanneer wolken de zon voor ons verbergen, minder warm is dan een heldere dag. Deze onderstelling kreeg nog meer

waarschijnlijkheid, toen men, door de uitvinding der brandglazen en brandspiegels, bevond, dat de zonnestralen, in eene kleine ruimte bijeengebragt, het vermogen hadden, ligt brandbare voorwerpen te doen vuur vatten. Geen wonder dan ook, dat dit gevoelen lang werd aangekleefd, zoodat zelfs de groote Natuur- en Sterrekundige NEWTON, die vóór ruim honderd jaren leefde, zich geen ander denkbeeld van de gesteldheid der zon vormde.

Eerst in later tijd heeft men begonnen deze meening te bestrijden en op goede gronden te wederleggen. — Tot het bestaan van vuur behoort niet alleen eene brandbare stof, maar ook toevoer van dampkringslucht. De dampkringslucht, dat is de lucht, die wij inademen, bestaat voornamelijk uit twee bestanddeelen, die men stikstoflucht en zuurstoflucht noemt. De laatste luchtsoort is tot alle verbranding volstrekt onontbeerlijk. Zonder deze dooft het vuur onmiddellijk uit. Stelt men zich nu de zon als een werkelijk brandend ligchaam voor, dan kan men met regt vragen, van waar de zon, gedurende zoo vele duizenden van jaren, voor zulk eenen ontzettenden vuurklomp, den noodigen toevoer van zuurstoflucht bekomen heeft? — Gij zult zeggen: "Als Gods Almagt een dergelijk brandend ligchaam geschapen had, zou die Almagt de brandstof evenzeer hebben kunnen aanbrengen!" Ik geef dit toe; maar daar het ontstaan van warmte, door de stralen der zon, zich langs een veel eenvoudiger weg, met meer waarschijnlijkheid, laat verklaren, zoo geloof ik, dat wij aan de laatste verklaring de voorkeur dienen te geven.

Immers geschiedt de verwarming der Aarde, en van de ligchamen er op, niet *regtstreeks* en *alleen* door de zonnestralen. Dan toch zouden hooge bergen, die altijd iets nader bij de zon zijn dan vlakten of dalen, meer verwarmd moeten wezen dan deze laatste. En juist het tegendeel heeft plaats; want terwijl aan den voet van de *Chimborasso*, den reeds genoemden berg in *Zuid-Amerika*, in de nabijheid van den evenaar, en dus in het heetste gedeelte onzer Aarde, alles door de hitte verschroeit, is de top van dezen berg met altijddurend ijs en sneeuw bedekt. De zonnestralen veroorzaken dus geene dadelijke warmte; zij hebben alleen het ver-

mogen, om de warmtestof daar, waar die aanwezig is, op te wekken of te ontwikkelen. Waar die stralen geene of weinig warmtestof aantreffen, daar veroorzaken zij ook geene of weinig warmte. Gij ziet alzoo, dat de zonnestralen zelve geene dadelijke warmte behoeven te bezitten, om warmte daar te stellen, evenmin als twee stukken hout, die men, door ze sterk over elkander te wrijven, kan doen ontbranden, en dat men dus ook de zon niet voor een aanhoudend brandend vuur behoeft aan te zien.

Maar vraagt gij zeker: wat is dan toch de zon? Ik kan u hierop geen volkomen bevredigend antwoord geven, mijne vrienden! Gij zult u derhalve moeten vergenoegen met datgene, wat de nieuwere waarnemingen als hoogstwaarschijnlijk opgeven. Men houdt het namelijk thans algemeen daarvoor, dat de zon op zich zelve een donker ligchaam is, welke echter door eene oneindig groote massa van licht omringd is, hetwelk zij onophoudelijk met eene fijne luchtsoort, die in het wereldruim verbreid is, tot zich trekt en verdikt. Hierdoor is de zon in staat, om de planeten te verlichten, en de warmtestof er op te ontwikkelen.

Tot deze meer waarschijnlijke gissing is men voornamelijk gekomen door de naauwkeurige beschouwing der zoogenoemde *zonnevlekken*, zijnde zekere donkere plekken van eene graauwe en zwarte kleur, die men van tijd tot tijd en in verschillende gedaanten aan de zon waarneemt. Men heeft namelijk bevonden, dat deze vlekken in de lichtgevende kogelvlakte van de zon, als 't ware, *verdiept* zijn, en om die reden is men tot de onderstelling gekomen, die ik u zoo even als de meest waarschijnlijke heb opgegeven. Volgens deze, zou de op zich zelven donkere zonnebol omringd zijn van eenen doorschijnenden dampkring, waarin flaauw schitterende wolken zweven, die het geheele ligchaam der zon omhullen. Aan dezen eersten dampkring zou zich een tweede sluiten, insgelijks door digte wolken opgevuld, die echter een' verblindenden glans verspreiden en de planeten van licht en warmte voorzien. Wanneer zich nu de buitenste wolken op eene of meer plaatsen openen, dan ziet men de graauwe vlekken; ontstaan te gelijker tijd ook bij de binnenste wolken zoodanige openingen, dan bemerkt men

de zwarte vlekken. Doch hoe waarschijnlijk deze onderstelling ook zijn moge, zij heeft nogtans hare zwarigheden, waarom wij, voor alsnog, den aard en de werking der zon onder de vele geheimen der Natuur moeten rangschikken.

De zon is, zoo als ik u vroeger reeds zeide, anderhalf millioen maal grooter dan de Aarde, zoodat anderhalf millioen Aardbollen nagenoeg dezelfde ruimte zouden beslaan, die de zon alleen inneemt. Wanneer gij nu, bij de verbazende grootte van dit hemelligchaam, overweegt, dat dezelfde God, die het schiep, tevens aan tallooze dieren in eenen enkelen waterdroppel het aanwezen gaf, dan voorzeker moet uw eerbied voor dit onbegrijpelijk Wezen ten top stijgen.

Bij onze beschouwing van de *beweging der Aarde*, hebt gij gezien, dat de beweging der zon alleen *schijnbaar* is. Gij moet echter hieruit niet opmaken, dat de zon volstrekt *geene* beweging heeft en onbewegelijk stilstaat in het midden van ons zonnestelsel; dit doende, zoudt gij u zeer bedriegen. Stilstand is in het algemeen onbestaanbaar met het denkbeeld van *leven*, en leven moet daar zijn, waar wij werking ontdekken.

Ook heeft werkelijk de zon beweging, en wel waarschijnlijk eene *dubbele* beweging. De eerste, die met zekerheid bekend is, bestaat in eene wenteling om hare as, welke beweging zij volbrengt in den tijd van 25 dagen, 14 uren en 8 minuten. Het is aan de ontdekking der zonnevlekken, waarvan ik u zoo even sprak, dat wij de juiste berekening van deze beweging te danken hebben. Men heeft bevonden, dat deze zonnevlekken, hoewel zij somtijds gedeeltelijk verdwijnen en in eene andere gedaante weder te voorschijn komen, echter over het algemeen eene regelmatige beweging aanduiden. Zij vertoonen zich namelijk aan den oostelijken rand der zon, gaan langzamerhand naar het midden, en trekken regelmatig voort, tot aan den westelijken rand, waarachter zij verdwijnen. Tot deze beweging besteden zij omtrent veertien dagen. Nadat zij vervolgens ten naasten bij veertien dagen voor ons onzigtbaar geweest zijn, komen zij op nieuws aan den oostelijken rand der zon te voorschijn, en volgen weder geregeld denzelfden loop. Na

verloop van 27 dagen, 12 uren en 20 minuten, ziet men ze weder op dezelfde plaats, waar men haar eerst had waargenomen. Daar nu deze zonnevlekken, zoo als gij reeds weet, een gedeelte van de oppervlakte der zon zelve uitmaken, zoo volgt hieruit, dat de beweging, die men aan de zonnevlekken bespeurt, door de omwenteling der zon zelvè om hare as moet veroorzaakt worden. De tijd, dien de zon tot deze omwenteling behoeft, is evenwel iets minder dan 27 dagen, 12 uren en 20 minuten, welke er noodig zijn, om de zonnevlekken weder in denzelfden stand te zien; want terwijl de zon hare omwenteling volbrengt, is de Aarde eene aanmerkelijke ruimte op hare baan voortgerukt. De zon moet alzoo, na hare eerste omwenteling, nog een gedeelte van de volgende afleggen, alvorens zij de Aarde weder volkomen dezelfde zijde en dus ook dezelfde vlekken toekeert. Men heeft berekend, dat zij, om de vooruitgaande beweging der Aarde in te halen, 1 dag, 22 uren en 12 minuten noodig heeft; zoodat men deze van het bovengenoemde getal 27 dagen, 12 uren en 20 minuten moet aftrekken, om den juisten tijd eener zonsomwenteling te vinden, zijnde dit, zoo als gezegd is, 25 dagen, 14 uren en 8 minuten.

De tweede beweging der zon, welke men onderstelt te zijn eene voortgaande beweging door de wereldruimte met al hare planeten en kometen, is minder duidelijk op te merken, hoewel eenige nieuwere waarnemingen haar als zeer waarschijnlijk doen voorkomen. Om u deze waarschijnlijkheid eenigzins bevattelijk te maken, zou ik uitvoerig moeten spreken over den aard en de beweging der vaste sterren, die ik, hiervoor, als in geene dadelijke betrekking tot onze Aarde staande, slechts ter loops heb aangehaald. Vergenoegt u dus, met deze beweging der zon als *waarschijnlijk* aan te nemen, op gezag van beroemde Sterrekundigen, die daarvoor vele deugdelijke bewijzen hebben opgespoord. —

Er blijft mij nog over, met een enkel woord te gewagen van een belangrijk verschijnsel, hetwelk met de zon in betrekking staat, te weten: het zoogenoemde *zodiakaal-* of *dierenriemslicht*.

Eenige weken vóór en na de dag- en nachtevening (21 Maart

en 21 September), ziet men, bij helder weder en wanneer er geen maneschijn is, des avonds, nadat de schemering bijna geëindigd is, eene spits toeloopende streep, die in kleur en flikkering veel naar het licht van den *melkweg*, dien gij alle kent, en somtijds zelfs naar het u evenzeer bekende *noorderlicht* gelijkt. De rigting van deze lichtstreep komt met die van den dierenriem (*zodiak*) overeen, waarom men haar *dierenriems-* of *zodiakaallicht* noemt. In de heete luchtstreek ziet men dit verschijnsel het gansche jaar door, zoowel des morgens als des avonds; bij ons, zoo als ik gezegd heb, alleen in het voor- en najaar. Ik zal trachten, u, zoowel de oorzaak van dit licht, als de reden, waarom het in de heete luchtstreek bestendig, en bij ons slechts op sommige tijden zigtbaar is, eenigzins duidelijk te maken.

Door de beweging der zon om hare as, is het meer dan waarschijnlijk, dat zij, even als onze Aarde, aan haren evenaar, meer uitgezet, meer verheven is dan aan de aspunten. Als dit zoo is, dan volgt hieruit, dat ook daar haar lichtkring het verst uitgestrekt is. De zon heeft dus daardoor, als 't ware, nog eenen bijzonderen lichtkring, die nader bij onze Aarde is, en dus een sterker licht verspreidt; want hoe nader een lichtgevend ligchaam zich bij ons bevindt, zooveel te meer licht ontvangen wij er van. Gedurende den dag kunnen wij van dit meerdere licht niets bemerken; maar na den ondergang der zon, als het overige gedeelte van den lichtkring, die de zon omringt, ons niet meer kan beschijnen, blijft de genoemde lichtstreep nog zigtbaar, omdat zij korter bij ons is en dus verder schijnt.

Dat dit verschijnsel in de heete luchtstreek het geheele jaar door, en bij ons alleen in het voor- en najaar kan waargenomen worden, is een gevolg van de korte schemering, die men tusschen de keerkringen bestendig, en bij ons hoofdzakelijk in het voor- en najaar heeft, zoo als gij bij ondervinding weet, of bij een weinig oplettendheid kunt ontdekken. —

Vestigen wij nu, in de tweede plaats, onze aandacht op het andere hoofdbestanddeel van ons zonnestelsel, de *planeten*, of dwaalsterren, met derzelver manen, of wachters (*satellieten*). Planeten zijn op zich zelve duistere ligchamen,

die al haar licht van de zon ontvangen, en zich in langwerpig ronde banen om de zon bewegen.

Dat de Aarde, die ook tot de planeten behoort, benevens hare maan het licht van de zon ontvangen, hebben wij vroeger reeds gezien. Ten aanzien der maan, ontdekt men dit voornamelijk aan de afwisseling van hare verlichte oppervlakte. De beide planeten *Mercurius* en *Venus* vertoonen, wanneer men ze door een' teleskoop beschouwt, dezelfde afwisseling van verlichting, die ook, op zekere tijden, bij de planeet *Mars* wordt waargenomen, hetgene duidelijk bewijst, dat deze planeten geen eigen licht hebben. Aan de verder afgelegene planeten, *Jupiter*, *Saturnus* en *Uranus*, heeft men, wel is waar, deze verandering van licht niet bemerkt; doch de oorzaak daarvan is buiten twijfel hare groote verwijdering van de Aarde. Intusschen mag men uit de veelvuldige overeenstemming dezer laatste met de overige planeten, gerustelijk besluiten, dat ook zij geen ander licht hebben, dan hetgene zij van de zon ontvangen.

De eerste ontdekking, dat de banen der planeten niet volkomen cirkelvormig, maar langwerpig rond zijn, hebben wij te danken aan den grooten Natuur- en Sterrekundige KEPLER, die in het midden der zeventiende eeuw te *Regensburg* leefde. Door naauwkeurige waarnemingen ontdekte hij bij alle toen bekende planeten dezelfde verschijnselen, waaruit men, zoo als ik u vroeger verklaard heb, de langwerpig ronde loopkringen van de Aarde en de maan bewijst. — Al deze verschijnselen zijn bij de later ontdekte planeten insgelijks opgemerkt.

Men noemt de planeten *dwaalsterren*, omdat haar loop ons toeschijnt zeer onregelmatig of dwalende te zijn. Deze opmerking, die, oppervlakkig beschouwd, geheel in tegenspraak is met de zoo even gemaakte, dat namelijk de planeten zich in langwerpig ronde banen, en dus regelmatig bewegen, laat zich gemakkelijk verklaren, als men onder het oog houdt, dat onze Aarde zelve eene planeet is, en zelve met de andere planeten om de zon loopt, waardoor die schijnbare verwarring ontstaat. Konden wij ons op de zon verplaatsen, en van daar den loop der planeten gade-

slaan, dan voorzeker zouden wij in derzelver beweging de volkomenste orde en regelmaat opmerken! Maar nu volgt uit de verschillende omloopstijden van de Aarde met de overige planeten, noodzakelijk, eene schijnbare verwarring in haren loop, zoo als u uit de teekening, Fig. 8, duidelijk blijken zal. Verbeeldt u, dat de buitenste cirkel de loopbaan der Aarde en de binnenste die van de planeet *Venus* is, en dat de Aarde in den stand A*a* en *Venus* in den stand V*a* is, dan zien wij *Venus* in de rigting van de ster *d*. Beide planeten loopen, van het westen naar het oosten, om de zon Z: *Venus* in den tijd van 224 en de Aarde in den tijd van 365 dagen. Nadat *Venus* nu in den tijd van 28 dagen $\frac{1}{8}$ van hare baan heeft afgelegd en, bij voorbeeld, in V*b* gekomen is, heeft de Aarde slechts $\frac{1}{13}$ van haren loop volbragt, en is dus in A*b*; nu wordt de planeet *Venus* in de rigting van de ster *f* gezien; zij schijnt alzoo van *d* tot *f*, van de regter- naar de linkerhand, voortgegaan te zijn. Eindelijk, nadat *Venus* in 112 dagen haren halven loop om de zon volbragt heeft, en dus in V*c* gekomen is, heeft de Aarde nog slechts nagenoeg $\frac{4}{13}$ van hare baan doorloopen, en bevindt zich in A*c*. Wij zien nu de planeet *Venus* in de rigting van de ster *e*. Zij is dus schijnbaar teruggekeerd, en terwijl zij zich eerst van de regter- naar de linkerzijde bewoog, schijnt zij nu eene juist tegenovergestelde beweging aangenomen te hebben. Hoewel derhalve beide planeten zich zeer regelmatig om de zon bewogen hebben, *schijnt* evenwel de loop van *Venus*, voor ons op de Aarde, zeer verward te zijn geweest. En deze schijnbare verwarring bestaat, op dezelfde wijze, ten opzigte der andere planeten, om welke redenen men ze *dwaalsterren* genoemd heeft.

Onder den naam van *planeetstelsel* verstaat men de gezamenlijke planeten, zoo als zij, sommige met manen of wachters, zich om de zon bewegen. De oude Sterrekundigen kenden slechts zes planeten, te weten: *Mercurius, Venus, de Aarde, Mars, Jupiter* en *Saturnus;* latere waarnemers ontdekten nog vijf andere: *Ceres, Pallas, Juno, Vesta* en *Uranus*. Bij de afzonderlijke beschouwing van iedere derzelve, zal ik tevens gelegenheid hebben, iets over hare grootte, afstand en omloopstijd te zeggen.

De eerste twee planeten, *Mercurius* en *Venus*, zijn nader bij de zon dan de Aarde, en worden om die reden *onder-* of *binnen-* en de andere, wier loopbaan buiten die der Aarde ligt, *boven-* of *buitenplaneten* genoemd.

De naast bij de zon gelegene planeet is *Mercurius*. Daar zij zich, zoo als reeds gezegd is, in eene langwerpig ronde baan om de zon beweegt, is haar afstand van dit hemelligchaam natuurlijk niet altijd dezelfde, maar verschillend naar de onderscheidene standen, in welke zij zich tot haar bevindt. Den afstand van de Aarde tot de zon op 10 deelen en hare grootte op 1 stellende (hetgene ik bij al de overige planeten tot maatstaf zal nemen, om de groote getallen te vermijden, die ik anders zou moeten gebruiken, en die de verhouding der planeten tot de Aarde misschien minder duidelijk zouden maken), dan is de gemiddelde afstand van *Mercurius* 4 deelen en hare grootte $\frac{3}{50}$. Zij beweegt zich in 88 dagen om de zon en in 24 uren en 1 minuut om hare as. *Mercurius* vertoont zich voor ons als eene kleine, doch heldere en met eene witachtig licht fonkelende ster. Daar zij zich zoo nabij de zon bevindt, is zij slechts zelden, en dan nog maar alleen in de morgen- of avondschemering, nabij den gezigteinder voor ons zigtbaar.

De helder blinkende *Venus* is de tweede, op *Mercurius* volgende planeet. Haar afstand bevat 7 deelen en hare grootte $\frac{9}{10}$. Zij volbrengt haren loop om de zon in iets meer dan 224 dagen, en wentelt in 23 uren en 22 minuten eenmaal om hare as. De planeet *Venus* is u zeker allen bekend als *avond-* of *morgenster*.

De daarop volgende planeet is onze *Aarde*, met éénen wachter of maan.

De vierde planeet is *Mars*, die, op 16 deelen afstands van de zon, $\frac{5}{23}$ gedeelte van de grootte der Aarde bevat. Zij loopt in 1 jaar en 321 dagen om de zon, en draait in 24 uren en 39 minuten om hare as. Zij is, door hare vuurroode kleur, gemakkelijk van de andere sterren te onderscheiden.

Op *Mars* volgen vier kleine planeten: *Ceres*, *Pallas*, *Juno* en *Vesta*, die alle eerst in de tegenwoordige eeuw ontdekt zijn.

Reeds voorlang vermoedde men, dat er tusschen *Mars* en *Jupiter*, welke op de zoo evengenoemde kleine planeten volgt, nog eene planeet moest zijn, door de meerdere ruimte, die er tusschen deze bestond, naar evenredigheid van die tusschen de andere planeten. Den 1[sten] Januarij, 1801, ontdekte dan ook werkelijk de Sterrekundige PIAZZI, te *Palermo*, eene planeet, die zich tusschen *Mars* en *Jupiter* om de zon bewoog, en aan welke hij den naam van *Ceres* gaf.

Nu meende men, dat de zoo even vermelde ledige ruimte aangevuld was; dan reeds in het volgende jaar ontdekte OLBERS, te *Bremen*, insgelijks eene kleine planeet, door hem *Pallas* genoemd, welker loopbaan zich niet ver van die der vroeger daar ontdekte planeet *Ceres* bevond. In 1804 ontdekte de Hoogleeraar HARDING, te *Liliënthal*, eene derde, insgelijks kleine planeet, die *Juno* genoemd werd; en in 1807 bemerkte OLBERS andermaal eene kleine planeet, niet ver van de drie vroeger gevondene, die men *Vesta* noemde.

In plaats van ééne planeet, die de Sterrekundigen tusschen *Mars* en *Jupiter* vermoedden, had men er dan nu vier, en daardoor hield alle evenredigheid tusschen de afstanden, op grond van welke men nog éénе tusschen-planeet vooronderstelde, geheel op. Daar echter die vier planeten, alle op bijna denzelfden afstand van de zon zich bewegende, alleen door de verschillende rigting harer loopbanen genoegzaam uit elkander loopen, en tevens zoo klein zijn, dat zij alle vier naauwelijks in grootte met de andere planeten overeenkomen, dachten en denken vele Geleerden, dat deze vier planeten te voren slechts eene enkele uitgemaakt hebben, welke door eene inwendige oorzaak vaneengescheiden is, en zich daardoor in stukken verdeeld heeft, welke stukken, nadat zij, door de geweldige kracht der uitbarsting, van elkander verwijderd waren, ieder op zich zelf, hunne beweging om de zon bleven voortzetten. Het spreekt van zelf, dat dit enkel gissing is, en dat niemand ooit daaromtrent, met volkomene zekerheid, iets zal kunnen bepalen.

Zij zijn alle op omstreeks 26 deelen afstands van de zon, en hare gezamenlijke grootte bedraagt ten naasten bij $\frac{5}{17}$ deelen van de Aarde, terwijl zij zich alle in bijna 4 jaren en 218 dagen om de zon bewegen.

De planeet *Jupiter*, die ver buiten de banen dezer kleine planeten, op 52 deelen afstands van de zon, loopt, is 1474 maal grooter dan onze Aarde. Zij beweegt zich in den tijd van 11 jaren, 314 dagen en 20 uren om de zon, en in 9 uren, 55 minuten en 34 sekonden om hare as, vergezeld van 4 manen, welke laatste, in onderscheidene tijden, van het westen naar het oosten, om haar loopen, en slechts door zeer groote teleskopen zigtbaar zijn.

Op den bijna dubbelen afstand van *Jupiter*, namelijk op eene verwijdering van bijna 100 deelen, is de loopbaan van de planeet *Saturnus*. Zij legt haren weg om de zon af in 29 jaren, 166 dagen en 20 uren, wentelt in 11 uren 55 minuten en 30 sekonden om hare as, en is 1030 malen grooter dan onze Aarde. Behalve 7 manen, die haar vergezellen, heeft zij iets, dat haar van alle andere planeten onderscheidt, te weten: eenen breeden, vrij om haar zwevenden gordel of ring. Deze ring is somtijds geheel onzigtbaar, verschijnt na verloop van eenigen tijd als eene regte lijn, wordt allengs breeder, gaat eindelijk open, en nadat hij zich op het verst geopend heeft, sluit hij zich weder langzamerhand, en is tegen het einde van den dertigjarigen omloop van *Saturnus* weder als eene regte lijn zigtbaar. — Het was onze beroemde landgenoot CHRISTIAAN HUIJGENS, die, in 1660, het eerst dezen ring ontdekte. Later heeft men waargenomen, dat deze ring eene beweging heeft, en in den tijd van 10 uren, 32 minuten en 15 sekonden om zijne as wentelt, dat hij uit eene op zich zelve donkere en ondoorschijnende stof bestaat, en even als de planeet door de zon verlicht wordt.

De, voor zooveel ons bekend is, verst verwijderde planeet van ons zonnestelsel is *Uranus*. Zij werd in 1781, door HERSCHEL, in *Engeland*, ontdekt, en is tweemaal zoo ver als *Saturnus* van de zon verwijderd, namelijk op ten naasten bij 192 deelen. Zij overtreft onze Aarde 85 maal in grootte. De omwentelingstijd om hare as is tot nog toe onbekend; maar in 83 jaren, 274 dagen, 8 uren en 38 minuten volbrengt zij haren loop om de zon. Niettegenstaande den verren afstand, welken deze planeet van ons heeft, zijn toch reeds 6 manen bij haar ontdekt. Sommige Sterrekun-

digen beweren er reeds meer gezien te hebben; doch dit schijnt nog onzeker te zijn, want daar zij een buitengewoon flaauw licht hebben, kunnen zij moeijelijk opgemerkt worden. De groote HERSCHEL kon, zelfs met zijne uitmuntende werktuigen, ze niet aanhoudend gadeslaan. Hij verzekert, dat de manen van *Uranus* tot de allerzwakste voorwerpen behooren, die hij ooit aan den hemel bespeurd heeft.

Met een enkel woord sprak ik zoo even van den regelmatig evenredigen afstand der planeten van de zon; deze evenredigheid heeft op de volgende wijze plaats.

Als men den afstand van de eerste planeet, *Mercurius*, tot de zon stelt op 4 deelen, dan krijgt men

vóor	*Venus*	1	maal	3,	geteld	bij	4,	dus	7	deelen.
〃	*de Aarde*	2	〃	3	〃	〃	4	〃	10	〃
〃	*Mars*	4	〃	3	〃	〃	4	〃	16	〃
〃	*Ceres* *Pallas* *Juno* *Vesta*	8	〃	3	〃	〃	4	〃	28	〃
〃	*Jupiter*	16	〃	3	〃	〃	4	〃	52	〃
〃	*Saturnus*	32	〃	3	〃	〃	4	〃	100	〃
〃	*Uranus*	64	〃	3	〃	〃	4	〃	196	〃

Wanneer eene planeet, bij hare beweging om de zon, met de Aarde in ééne lijn ten opzigte der zon staat, dan zegt men: deze of gene planeet is in *conjunctie* of *zamenstand* met de Aarde. Deze zamenstanden verdeelt men in *ondersten* of *binnensten* en in *bovensten* of *buitensten zamenstand*. De eerste heeft plaats, wanneer de planeet zich op den kortsten afstand van de zon, en de laatste, wanneer zij op den versten afstand van deze zich bevindt. De verschijningen, welke door zoodanigen zamenstand worden voortgebragt, noemt men *overgang* of *voorbijgang*. Van onze Aarde kan men natuurlijk alleen den overgang van *Mercurius* en *Venus* waarnemen, omdat de loopbanen der overige planeten buiten die van onze Aarde liggen. Door deze wordt eenigermate eene verduistering van de zon veroorzaakt, welke echter, daar *Mercurius* 12 en *Venus* 6 millioenen mijlen van ons verwijderd zijn, niet anders dan door teleskopen kan opgemerkt worden.

Hetgene ik u vroeger zeide van de waarschijnlijkheid, dat onze maan door redelijke schepselen bewoond is, geldt ook, en met te meer reden, van de planeten. In hoe vele opzigten toch komen deze met onze Aarde overeen! Even als de laatste, krijgen zij licht en warmte van de zon, wentelen zij om hare as, hebben dus insgelijks afwisseling van dag en nacht, bewegen zich in langwerpig ronde loopbanen om de zon en hebben daardoor verschillende jaargetijden. Eenige van haar hebben, even als onze Aarde, manen, die haar, op haren weg om de zon, vergezellen en hare nachten verlichten; terwijl men bij de naastbijgelegene duidelijk bergen en dalen heeft opgemerkt. Wanneer men nu hierbij onder het oog houdt, dat drie harer zoo verbazend veel grooter zijn dan onze Aarde, en de kleinste zelfs nog driemaal grooter is dan onze maan, dat de verst van de zon verwijderde, die dus het zwakste licht van haar ontvangen, de meeste manen hebben, dan zou het immers ongerijmd en met de Goddelijke Wijsheid onbestaanbaar zijn, te willen aannemen, dat zij niet door redelijke schepselen bewoond zouden zijn. — Wij kunnen toch van den Alwijze niet vooronderstellen, dat Hij haar zonder eenig bepaald doel zou geschapen hebben, en indien dit zoo is, waarin bestaat dan haar nut? Is het misschien, om den sterrenhemel daardoor te versieren? Maar hoe vele duizenden, ja millioenen menschen leven er niet, die nimmer de planeten van andere sterren hebben leeren onderkennen; en zelfs den opmerkzaamsten beschouwer zou het gemis van elf sterren niet opvallen. — De bedenking, dat de planeten *Mercurius* en *Venus*, die zich digter bij de zon bevinden, door te groote warmte, en de andere, die verder van haar verwijderd zijn, door te groote koude, voor bewoning ongeschikt zouden wezen, vervalt dadelijk, als men zich herinnert, dat de zonnestralen geene regtstreeksche warmte aanbrengen, maar alleen de in de ligchamen zelve aanwezige warmtestof opwekken. En zou het nu boven de magt des Oneindigen zijn, op de beide eerste planeten minder en op de andere meer warmtestof daar te stellen? Redelijkerwijze kan men er dus niet aan twijfelen, of de planeten, ja alle bestaande hemelligchamen, zijn bewoond door redelijke wezens, die zich, even als wij, in de

kennis van hunnen Schepper en van zijne Vaderlijke Liefde gelukkig gevoelen.

Met een enkel woord moet ik nog gewagen van een vroeger vrij algemeen gekoesterd denkbeeld, dat namelijk de planeet, onder welke iemand, zoo als het heette, geboren werd, eenen aanmerkelijken invloed op zijn levenslot en zijne geaardheid zou hebben. Het dwaze van dit denkbeeld valt, bij eenig nadenken, terstond in het oog. Immers, dit zoo zijnde, moest er altijd overeenkomst bestaan tusschen de geaardheid en het levenslot van twee omtrent denzelfden tijd geborene kinderen, vooral van tweelingen; en hoe zeer leert de ondervinding het tegendeel daarvan! — Dank zij den toenemenden voortgang in Verlichting en Beschaving, die ons de planeten niet meer doet beschouwen als geschikte werktuigen in de handen van bedriegers, om ons met schrik en angst, of met hoogst nadeelige onbezorgdheid, de toekomst te gemoet te doen gaan, maar die ons haar leert kennen als toonbeelden der Goddelijke Grootheid en Liefde!

Behalve de planeten met hare manen, behooren tot ons zonnestelsel ook de *kometen*, of staartsterren. Deze hemelligchamen, die men in vroeger tijd niet dan met schrik en angst beschouwde, verschijnen slechts nu en dan, en meestal zeer onverwacht. Het zal niet noodig zijn, ze u breedvoerig te omschrijven. Allen weet gij, dat zij zich uiterlijk van de andere sterren onderscheiden door eenen min of meer schitterenden staart, van welken zij haren naam ontleenen. Wanneer zij zich het eerst aan ons vertoonen, zijn zij zeer klein en alleen door goede verrekijkers zigtbaar; spoedig echter nemen zij in grootte toe, totdat zij, haren hoogsten trap bereikt hebbende, weder langzamerhand in grootte afnemen, en eindelijk geheel onzigtbaar worden. De meeste kometen kunnen slechts eenige weken, of ten hoogste eenige maanden, met het bloote oog gezien worden.

Het getal der kometen is zeker aanmerkelijk groot: volgens naauwkeurige aanteekeningen heeft men er bijna 600 waargenomen. Wanneer men nu hierbij in aanmerking neemt, dat vele alleen door teleskopen kunnen waargenomen worden, en sommige, zoo als gij later hooren zult, vele honderde, ja zelfs duizende jaren noodig hebben, om op nieuws

door ons gezien te kunnen worden, dan laat het zich denken, dat zeer vele aan de opmerkzaamheid ontsnapt en onopgemerkt gebleven zijn, en dat dus haar aantal wel eenige duizenden bedragen zal.

Daar de kometen zich slechts zeer korten tijd aan ons vertoonen, heeft men nog geene zeer naauwkeurige waarnemingen ten aanzien van hare eigenlijke gesteldheid kunnen doen. Zooveel is echter uit de gedane waarnemingen gebleken, dat, hoewel de kometen met haren staart veel grooter uitgebreidheid *schijnen* te hebben dan de planeten, zij echter inderdaad uit *minder* vaste deelen bestaan dan deze. Alle ligchamen hebben, gelijk ik vroeger reeds zeide, eene zekere aantrekkingskracht tot elkander: door deze aantrekkingskracht worden wel kleinere ligchamen naar grootere, maar nimmer grootere naar kleinere getrokken. Wanneer dus de kometen, bij hare verschijning, digt voorbij eene planeet kwamen, zoo als dikwijls gebeurt, en de eerste meer vaste deelen bevatteden, dan zou de planeet daardoor meer of minder uit hare loopbaan getrokken worden; dit nu heeft nimmer plaats, maar wel dikwijls het omgekeerde, daar men onderscheidene malen heeft opgemerkt, dat de loopbaan der kometen, door zoodanige nadering tot de planeten, aanmerkelijke verandering onderging. Vrij algemeen houdt men het daarvoor, dat de kometen grootstendeels uit eene nevelachtige of dampachtige stof bestaan, welke stof in het middelpunt door de zwaartekracht sterk is zamengedrukt, en dus eene vaste kern uitmaakt. Deze kern is echter bij vele kometen niet zeer groot; bij sommige is het zelfs twijfelachtig, of zij in het geheel wel eene kern hebben.

Ten opzigte van den staart zijn de gevoelens nog zeer verschillend; volgens sommigen, zou de staart der kometen veroorzaakt worden door de breking der zonnestralen in den uitgebreiden dampkring der kometen, en zou die staart in de schaduw van hare kern liggen. Maar tegen dit gevoelen pleit de bedenking, dat alsdan alleen die zonnestralen, welke in de schaduw van de kern der komeet gebogen worden, voor ons zigtbaar zouden zijn, terwijl wij van dat gedeelte van haren dampkring, dat het volle zonnelicht ontvangt, niets zouden kunnen bemerken, hetgene toch niet

zeer waarschijnlijk is. Anderen nemen aan, dat de kometen elektrieke ligchamen zijn, dat wil zeggen, zoodanige ligchamen, die veel elektrieke stof in zich bevatten. Wat men door elektrieke stof verstaat, weet gij. Immers hebt gij alle menigmaal zoogenoemde elektriseermachines gezien, door middel van welke men uit glazen schijven kleine vonkjes trekt; deze vonkjes, die men, behalve uit glas, uit onderscheidene andere ligchamen kan verkrijgen, noemt men *elektrieke stof*, en zoodanige stof onderstellen eenigen, dat in de kometen veel aanwezig is. Deze stof nu, zou door de werking der zon opgewekt en van het ligchaam der kometen afgescheiden worden, waardoor de bedoelde staart ontstaan zou.

Dit gevoelen komt mij niet onaannemelijk voor; omdat vooreerst het licht van den staart volkomen overeenkomt met dat van eenige elektrieke vonken, die in eene luchtledige glazen buis of pijp geleid worden, en ten andere, omdat het licht van den staart grooter en helderder wordt, naar mate de komeet digter bij de zon komt. Doch hoe dit ook zij, het is en blijft alsnog eene gissing. Bij de steeds voortgaande uitbreiding van kunsten en wetenschappen, mogen wij echter hopen, dat, zoo al niet door onze tijdgenooten, dan door een volgend geslacht, de wezenlijke gesteldheid ook van deze ligchamen zal worden aan het licht gebragt.

De kometen hebben, even als de planeten, langwerpig ronde loopbanen om de zon; evenwel zijn zij meer langwerpig, en minder naar eenen cirkelvorm gelijkende, dan bij de planeten. Hierdoor laat het zich nu verklaren, waarom de kometen slechts zoo korten tijd voor ons zigtbaar zijn. Zij kunnen alleen dan door ons gezien worden, wanneer zij de zon naderen en zich van deze verwijderen; gedurende het overige van haren loop, die, zoo als ik zeide, zeer langwerpig is, zijn zij geheel aan ons gezigt onttrokken.

Zeer verschillend is de tijd, dien de kometen tot hare beweging om de zon besteden. De *Bielasche* komeet, dus genoemd naar den Kapitein VON BIELA, groot Sterrekundige in *Bohemen*, besteedt tot haren weg 6 jaren en 9 maanden; de komeet van *Encke*, die dezen naam draagt naar den Hoogleeraar ENCKE, welke het eerst haren loop berekende, heeft tot denzelven niet meer dan 1200 dagen noodig; terwijl de

komeet van *Halley*, over welke in de laatste jaren zoo veel is gesproken, en die wij in 1835 gedurende eenige weken hebben kunnen zien, daartoe 75 tot 76 jaren behoeft. Van vele is de omloopstijd merkelijk grooter. Zoo is er eene, die in 128, eene andere, die in 292, nog eene andere, die in 575, en zelfs eene, die in 3000 jaren haren weg om de zon aflegt. Wanneer wij bij dezen langen omloopstijd aan de groote snelheid der kometen denken, als die in slechts weinige weken eene ruimte doorloopen, welke haar geheel aan ons gezigt onttrekt, dan staan wij op nieuws verbaasd over de ontzettende uitgebreidheid van het heelal. En dat werkelijk de berekeningen aangaande haren omloopstijd juist zijn, bewijst overtuigend de reeds genoemde *Halleysche* komeet. De Engelsche Sterrekundige HALLEY, die, in het begin der achttiende eeuw, uit de waarnemingen van vroegere tijden, de banen van 24 kometen berekende, bevond, dat zij, die in 1531, 1607 en 1682 gezien waren, in grootte, rigting van hare banen en omloopstijd (75 tot 76 jaren), geheel aan elkander gelijk waren, waaruit hij besloot, dat in al die jaren telkens weder dezelfde komeet gezien was. Op grond hiervan voorspelde hij hare terugkomst tegen het jaar 1759, en deze berekening werd naauwkeurig bewaarheid. Volgens deze, moest zij in 1835 op nieuws zigtbaar worden, en dat ook dit niet gefaald heeft, weten wij alle bij ondervinding.

Menigvuldig zijn de gissingen, die men aangaande de eigenlijke bestemming der kometen gemaakt heeft. Vroeger geloofde men algemeen, en enkele minkundigen gelooven dit nog, dat zij voorteekenen waren van aanstaanden hongersnood, pest, oorlog en andere onheilen. Misschien, dat het onverwachte en buitengewone van hare verschijning de oorzaak van dit vermoeden was, welk vermoeden, enkele malen, door toevallig op eene komeet volgende rampspoedige gebeurtenissen, zeer versterkt en bij sommigen tot zekerheid werd. Een weinig nadenken zal u echter weldra al het dwaze van dit denkbeeld aantoonen. — Wanneer toch werkelijk de kometen voorboden van naderende onheilen waren, dan moest men verwachten, dat na iedere verschijning eener komeet zoodanig onheil zou volgen, en dit wordt

immers door de ondervinding regtstreeks tegengesproken? Die onheilen zouden verder over de geheele Aarde moeten verspreid zijn, omdat de kometen op de gansche oppervlakte der Aarde gezien worden. Al volgde dus toevallig op de verschijning eener komeet hier of daar hongersnood, oorlog of pest, dan zou zij nog niet als voorbode daarvan kunnen aangemerkt worden; want op andere gedeelten der Aarde, waar men haar op denzelfden tijd ook zag, zou men van die onheilen niets weten, maar zich in het genot van overvloed, vrede en gezondheid verheugen. Eindelijk, indien werkelijk de verschijning der kometen met belangrijke wereldgebeurtenissen in betrekking stond, zou de mensch, die hare komst jaren te voren voorspelt, het vermogen bezitten, om in de raadsbesluiten des Almagtigen te dringen, en die gebeurtenissen vooraf aan te kondigen, hetgene zoowel met het gezond verstand, als met de Goddelijke Openbaring strijdig zou zijn.

Te regt verwerpen wij dus het gevoelen, dat de kometen voorteekens van merkwaardige gebeurtenissen zijn; maar waarvoor hebben wij ze dan te houden? Ik wil u, mijne vrienden! niet langer bezig houden met het opsommen van alle gissingen, die men ten opzigte van hare bestemming gemaakt heeft, daar ik u niets anders dan *gissingen* zou kunnen opgeven; misschien zullen volgende eeuwen daaromtrent meer zekerheid aanbrengen. Houden wij het voorloopig daarvoor, dat de Goddelijke Wijsheid, die aan deze hemelligchamen het aanzijn schonk, hen zeker niet zonder een bepaald en hoogst wijs doel in de onbegrensde ruimte zal laten ronddwalen, maar dat zij, even als alles, wat wij in de Natuur dagelijks voor oogen hebben, of waarvan wij de bestemming met onze verstandelijke vermogens kunnen doorzien, medewerken tot instandhouding van geheel de schepping.

Misschien heeft iemand uwer weleens de vraag hooren opperen, of het ook mogelijk zou zijn, dat eene komeet met de Aarde in aanraking kwam? *Mogelijk* is dit zamentreffen, maar *waarschijnlijk* niet. Doordien de loopbanen der kometen meer langwerpig zijn dan die der planeten, gaan zij somtijds door den weg der laatste en dus ook van onze

Aarde heen, en bestaat dus de *mogelijkheid*, dat zij tegen haar aanstooten; maar daartoe zou vereischt worden, dat zij, die, meest alle, vele jaren noodig hebben, om haren weg om de zon af te leggen, door de baan der Aarde gingen, en dan nog wel op hetzelfde oogenblik, als de Aarde zich juist op hetzelfde punt van dien verbazend grooten weg bevond: *waarschijnlijk* is dus dit zamentreffen niet. — De beroemde OLBERS te *Bremen*, van wien ik u vroeger reeds sprak, heeft berekend, dat er 200 millioenen jaren verloopen moeten, vóór deze aanraking kan plaats vinden. En al had zij werkelijk plaats, dan zou er nog voor onze Aarde weinig uit te vreezen zijn, daar zelfs de grootste kometen zoo weinig vaste stof hebben, dat alle schade aan hare zijde zou wezen. Daarenboven weten wij immers, dat God zelf de teugels van het heelal in handen houdt, en kunnen wij derhalve gerust alle vrees dienaangaande verbannen, en bij het verheven schoone, hetwelk de verschijning van eene komeet ons aanbiedt, de oneindige uitgebreidheid der ruimte en de bewonderenswaardige orde van het heelal bewonderen, en daarin alweder de grootheid van deszelfs Maker eerbiedigen.

TWEEDE AFDEELING.

NATUURKUNDIGE AARDRIJKSKUNDE.

ZEVENDE LEZING.

Over de natuurlijke gesteldheid der Aarde.

Heeft de Wiskundige beschouwing van onze Aarde in de vorige lezingen reeds onze aandacht geboeid, en onzen eerbied voor den Schepper, wiens wijsheid en liefde daarin zoo luisterrijk doorstraalt, opgewekt, dan zal de Natuurkundige beschouwing derzelve onze belangstelling nog meer gaande houden. Hierbij toch zullen wij niet zoo dikwijls op onzekere gissingen stooten, of onze verbeelding tot eene bijna bovenmenschelijke hoogte behoeven op te winden, daar wij de doorslaande bewijzen van de Goddelijke almagt en goedheid, als 't ware, bij iederen voetstap zullen opmerken en bewonderen. Ik mag dus verder op uwe verdubbelde belangstelling rekenen, en ga, in afwachting daarvan, terstond tot mijne taak over.

Door Natuurkundige Aardrijkskunde verstaat men de kennis van de onderscheidene bestanddeelen der Aarde, derzelver hoedanigheid en voortbrengselen; ook rekent men daartoe de kennis der dampkringslucht, die onze Aarde aan alle zijden omringt.

Wij moeten ons hierbij echter alleen bepalen bij de uitwendige deelen der Aarde, bij de aardkorst; tot haar innerlijk zamenstel heeft nog niemand ooit kunnen doordringen, zoodat wij daaromtrent geheel in het onzekere verkeeren.

Het is niet waarschijnlijk, dat de oppervlakte der Aarde altijd die gedaante gehad hebbe, welke zij thans heeft. Op vele plaatsen toch zijn duidelijke sporen voorhanden van vroegere, belangrijke veranderingen, ten aanzien van hare afzonderlijke deelen. Op hooge bergen heeft men versteende visschen, zeedieren en zeegewassen gevonden, die dus ondubbelzinnige kenmerken zijn van groote watervloeden, welke vroeger op die gedeelten der Aarde geweest zijn. Elders vond men de versteende overblijfselen van dieren, die thans niet meer bestaan. of althans niet meer bekend zijn; terwijl men in sommige streken van *Duitschland* versteeningen gevonden heeft van oranjeappelen, citroenen en andere gewassen, die onder eene warmere luchtstreek te huis behooren; zoodat er geen twijfel aan is, dat vroeger de oppervlakte der Aarde geheel anders geweest is dan thans.

Velen beschouwen die verschijnselen als gevolgen van eene plotselinge omwenteling, die er in de natuur der Aarde zou hebben plaats gehad; maar daarvoor bestaat, naar mijn inzien, geene de minste gegronde reden. Immers draagt ons eigen Vaderland de duidelijkste blijken van de belangrijke veranderingen, welke alleen door het af- en aanspoelen van het water, of door geweldige overstroomingen kunnen daargesteld worden. Men denke slechts aan de uitgestrekte vlakte der *Zuiderzee*, die vroeger uit voortreffelijk weiland bestond, en aan den *Biesbosch*, waar eertijds niet minder dan 72 dorpen waren. — Even zoo ontstaat, door geheel natuurlijke oorzaken, op vele plaatsen land, waar te voren water was. Zoo ziet men, door de uitwerking van vuurspuwende bergen, dikwijls geheele eilanden uit de diepte der zee ontstaan; hetgene, onder andere, in het jaar 1713, in de nabijheid der stad *Venetië* plaats had. Nadat de *Adriatische Zee*, of de *Golf van Venetië*, gedurende eenigen tijd zeer onstuimig geweest was, hoorde men daar van tijd tot tijd sterke slagen, even alsof er met zwaar geschut geschoten werd. Nu en dan zag men rook en vlammen uit de zee opstijgen, en werden ontzaggelijke rotsklompen door de lucht geslingerd, zoodat de bewoners der naburige eilanden vol angst en schrik naar verder gelegene eilanden de vlugt namen. — Toen eindelijk, na verloop van eene maand, dit verschijnsel ophield, en de

Natuur weder hare vorige kalmte hernomen had, keerden de bewoners naar hun vorig verblijf terug, en zagen, tot hunne verbazing, op eenigen afstand in zee, een zeer uitgestrekt vast ligchaam, hetgene, bij nader onderzoek, bleek te zijn eene menigte zamenhangende rotsen, in welker midden zich eene vlakte bevond, bedekt met eene zwarte, naar asch gelijkende aarde. Reeds in de volgende lente groeide op dit nieuw gevormde eiland voortreffelijk gras, en na verloop van weinige jaren werd het, even als de andere, bewoond.

Nog eene menigte voorbeelden van op deze of dergelijke wijze ontstane eilanden zou ik u kunnen opgeven; dan het bovenstaande is voldoende, om u te toonen, dat werkelijk op deze wijze het vloeibare tot den staat van vastheid kan overgaan.

Er is nog eene geheel andere oorzaak, waardoor, volgens de berigten van beroemde Reizigers, dikwijls geheele eilanden ontstaan. In de *Groote Zuidzee,* namelijk, treft men eene soort van dieren aan, die onder den naam van koraaldieren bekend zijn. Deze dieren behooren tot het geslacht der *polypen.* (Polypen zijn zoodanige dieren, die de schakel uitmaken tusschen het Dieren- en Plantenrijk; zij hebben uiterlijk volkomen de gedaante van eene plant, en zijn voor het overige bewerktuigd, even als andere dieren. Deze plantdieren groeijen, als 't ware, in elkander, breiden zich hoe langer hoe meer uit en bereiken eindelijk de oppervlakte der zee. Daar zij buiten het water niet leven kunnen, hechten de nieuw ontstane zich zijdelings aan de reeds bestaande, en ziedaar den oorsprong der koraalriffen, welke men in die zee zoo menigvuldig aantreft. De ruimte tusschen deze riffen wordt door de nu altijd zijdelings voortgaande uitbreiding der koraaldieren steeds kleiner; terwijl het zand, dat de zee aanvoert, de overgeblevene openingen aanvult, en van het geheel een nieuw eiland vormt. Hoogstwaarschijnlijk zijn de *Palmerston-Eilanden* in de *Zuidzee* op deze wijze ontstaaan.

Allermeest echter wordt de verwisseling van vloeibare in vaste deelen veroorzaakt door het water zelf. Dit schijnt vreemd, en evenwel is het zoo. Het water, zoo van zeeën als rivieren, voert bestendig eenige zand- of aarddeelen met

zich, die van de oneffenheden des bodems, waarover het vloeit, door den stroom worden losgemaakt. Deze zanddeelen nu worden door het water op sommige plaatsen tegen den oever aangedreven, hechten zich daar gedeeltelijk vast, en zoo ontstaat langzamerhand eene meer of minder groote aanslibbing. Ten aanzien der rivieren heeft dit inzonderheid plaats bij hare uitwatering in zee. De kracht des strooms is daar, door den tegenstand van het zeewater, natuurlijk minder, en er is dus voor de zanddeelen meer tijd om te bezinken. — Dat hierdoor eene belangrijke aanwinst van land ontstaat, kan men onder andere duidelijk opmerken in de rivier den *Nijl*, in *Egypte*. Deze rivier ontlastte zich vroeger in de *Middellandsche Zee* door zeven monden, van welke er nu reeds vier bijna geheel verstopt zijn. Door dezelfde oorzaak ligt de stad *Damiate*, in *Egypte*, thans meer dan tien mijlen van de zee verwijderd, terwijl zij in 1243 nog eene zeehaven was; is de *Kaspische Zee*, in *Azië*, die, volgens oude berigten, vroeger eene veel grootere uitgebreidheid had, zoo zeer in haren omvang beperkt, en is het zoogenaamde *Eijerland*, op het eiland *Texel*, in vruchtbaar bouwland herschapen.

Als men dit alles overweegt, komt het mij voor, dat al de veranderingen, die onze Aarde ondergaan heeft, meer het werk van den tijd, dan van geweldige schokken zijn.

Onze Aarde bestaat uit twee hoofdbestanddeelen: vaste en vloeibare. Tot het eerste behoort het land, met de voortbrengselen, die er in en op gevonden worden; tot het laatste het water. Menigvuldige zeereizen, benevens velerlei berekeningen en waarnemingen, hebben bewezen, dat er bijna drie vierde gedeelte water, tegen een vierde gedeelte land op den Aardbol wordt gevonden. Oppervlakkig beschouwd, zou men zeggen, dat eene omgekeerde verhouding: meer land en minder water, beter met de behoeften van ons menschen zou strooken; maar hierin zien wij al dadelijk een bewijs, hoe ver de Goddelijke wijsheid boven ons beperkt doorzigt verheven is. Uit het water toch stijgen onophoudelijk dampen op, die zich langzamerhand tot wolken vormen, het Aardrijk met vruchtbaarmakenden regen drenken, den dampkring zuiveren en verkoelen, en aan tallooze groote

en kleine rivieren den noodigen toevoer van water bezorgen, hetgene ik u in het vervolg uitvoeriger zal aantoonen. Was nu de zee kleiner, en het land grooter, dan zouden er natuurlijk minder dampen opstijgen, de grootere uitgebreidheid van land zou daardoor noodzakelijk niet genoegzaam door regen en rivieren bevochtigd kunnen worden, en juist die meerdere uitgebreidheid lands zou het woest en onbewoonbaar maken. Daarbij, is de bestaande hoeveelheid lands niet meer dan voldoende, om aan al deszelfs bewoners het noodige onderhoud te verschaffen? Ons Vaderland behoort voorzeker, naar evenredigheid van zijne grootte, tot een der meest bevolkte Landen der Aarde, en hoe vele onbebouwde en ongebruikte streken zijn er evenwel niet nog in, welke aan duizende bewoners een behoorlijk bestaan zouden kunnen opleveren! Eerbiedigen wij derhalve de wijsheid van God, die, in de naauwkeurige evenredigheid van land en water, zoo Vaderlijk in al onze behoeften voorzien heeft!

Wanneer wij eenen blik op de Wereldkaart slaan, zien wij, dat het meeste land bij groote stukken aan elkander verbonden is, terwijl hier en daar enkele plekken zich als uit de zee verheffen. De eerste noemt men *vastland*, de laatste *eilanden*. — Daar het zeewater in verschillende rigtingen, als 't ware, in het land dringt, heeft het vasteland eene zeer onregelmatige gedaante. Op sommige plaatsen ziet men lange en smalle strepen land zich dikwijls zeer ver in de zee uitbreiden; men noemt die *landtongen;* elders ziet men eene hooge zijde des lands als uit de zee oprijzen, hetwelk eene *kaap* of *voorgebergte* genoemd wordt; op eene andere plaats verbindt eene smalle streep twee landen, die anders door de zee zouden gescheiden zijn, welke streep *landengte* geheeten wordt; terwijl men aan die deelen van het land, welke langs de zee gelegen zijn, den naam van *kust*, en wanneer zij, bij den vloed of hoogwater, door het zeewater bedekt worden, dien van *strand* geeft.

De voornaamste deelen van het vasteland, bergen en vlakten, zullen wij later afzonderlijk behandelen. De beschouwing der Wereldkaart zal u overtuigen, dat het vasteland zich naar de noordpool veel verder uitstrekt dan naar de zuidpool. Men vermoedt, dat deze ongelijkheid het gevolg

is van eene geweldige overstrooming, door welke veel land aan de zijde der zuidpool is weggespoeld. De spits toeloopende gedaante van het vasteland van *Amerika, Azië* en *Afrika* geeft tot dit vermoeden gereedelijk aanleiding; terwijl de menigte van eilanden, die men bij het zuidelijk gedeelte van *Azië* vindt, dit vermoeden aanmerkelijk versterken. Men onderstelt namelijk, dat deze vroeger één geheel hebben uitgemaakt, waarvan door die overstrooming eenige deelen zijn weggedreven, en de meer vaste aan de kracht des strooms weêrstand hebben kunnen bieden.

Door eiland verstaat men, zoo als gij weet, een gedeelte lands, dat van alle zijden door water omringd is. Ik heb u hiervoor de voornaamste oorzaken van het ontstaan van eilanden opgegeven. Verreweg hun grootste aantal is waarschijnlijk aan de laatste oorzaak, de wederstandbieding tegen de kracht des strooms, het aanzijn verschuldigd, hetgene men zelfs met zekerheid kan aannemen ten aanzien van diegene, welke in rijen van het eene vasteland tot het andere gelegen zijn, zoo als dit, onder andere, met onze ten noorden der *Zuiderzee* gelegene eilanden, *Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland*, enz. het geval is. — Verbeeldt u echter niet, dat alle eilanden, zonder onderscheid, door ééne der genoemde oorzaken moeten ontstaan zijn; vele hebben ongetwijfeld reeds bij de scheiding van het drooge en vaste, in de scheppingsdagen, hunne gedaante als eiland ontvangen. Bij het spreken over de bergen der Aarde, zal ik u aantoonen, dat de voornaamste gebergten, als 't ware, aaneengeschakeld over de geheele oppervlakte der Aarde voortgaan, en dat deze voortgang zelfs niet door de zee gestremd wordt. Vele eilanden zijn dus te beschouwen als de toppen van zoodanige bergen, die, door hunne hoogte, boven de oppervlakte der zee uitsteken.

Menigvuldig is het nut, dat ons de eilanden verschaffen, gelijk u uit de volgende bijzonderheden blijken zal.

Vooreerst wordt door hen de kracht van den stroom der zee gebroken. Het zeewater, eenmaal door eenen sterken wind in beweging gebragt zijnde, zou, bij de ontzettende ruimte, die het bevat, gedurig in kracht toenemen, waardoor de scheepvaart, zoo niet onmogelijk, ten minste hoogstgevaar-

lijk zou worden. Door de eilanden nu wordt deze kracht des strooms tegengehouden en gebroken; de stroom krijgt door hen eene zijdelingsche rigting, waardoor, ook op verderen afstand, het onstuimig woeden der zee wordt voorgekomen, en zij allengs eene meer kalme en effene oppervlakte aanneemt. Eene groote dienst bewijzen de eilanden hierdoor inzonderheid aan die Landen, welker binnenlandsche wateren in regtstreeksche gemeenschap met de zee staan. Deze zouden in bestendig gevaar van overstrooming verkeeren, indien de eilanden hen daartegen niet beveiligden. Denken wij slechts aan onze *Zuiderzee*. Bij den minsten storm uit het noordwesten, zou deze zoo hoog opzwellen, dat dijken noch sluizen in staat zouden zijn, haar geweld te keeren; nu echter verspilt de zee hare meeste kracht tegen de onwrikbare bolwerken, welke de goede Voorzienigheid ons in de reeds genoemde eilanden, *Texel*, *Vlieland*, enz. geschonken heeft. — Dergelijke steunpunten tegen het geweld der golven vindt men voor de meeste binnenzeeën (zoo als het beschouwen der Wereldkaart u overtuigend zal doen zien), waardoor al die binnenwateren eene veilige schuilplaats worden voor zeelieden, die, door storm of onweêr beloopen, anders in gevaar zouden verkeeren van te vergaan.

Een ander nut der eilanden is hierin gelegen, dat zij de monden of uitwateringen der rivieren steeds openhouden. Bij het opgeven van de oorzaken, waardoor dikwerf het vloeibare tot den staat van vastheid overgaat, heb ik u verklaard, hoe aan den mond van meest alle rivieren eilanden ontstaan. Door deze eilanden nu heeft het rivierwater gelegenheid, in onderscheidene rigtingen in zee uit te loopen. Stelt u voor, dat eene rivier slechts langs éénen weg haar water in zee kon storten, dan zou, ingeval de wind juist van eene tegenovergestelde zijde kwam, het water, als 't ware, worden teruggedreven, waardoor niet alleen de grootste overstroomingen zouden kunnen ontstaan, maar waardoor ook de schepen verhinderd zouden worden, in zee te komen. Nu echter, daar de wind toch altijd slechts uit ééne streek tegelijk kan waaijen, blijven er om de eilanden heen altijd zijwegen over, langs welke de rivier haar water kan ontlasten, en de schepen in volle zee kunnen komen.

Eindelijk dienen de eilanden tot ververschingplaatsen voor de zeevarenden. Wie ooit het verhaal van eene zeereis heeft gehoord of gelezen, gedurende welke de schepelingen, na met storm en onweêr geworsteld te hebben, eindelijk het broze vaartuig, op eene klip of zandbank vastgenageld, aan de genade der golven moesten overgeven en hun behoud in eene ranke boot zoeken, dikwerf ter prooi aan honger en gebrek, die zal zich eenigermate kunnen voorstellen, wat het ontdekken van een eiland voor deze ongelukkigen zijn moet; hij zal, als 't ware, met hen de Goddelijke Liefde danken voor het redmiddel, dat zich in dit eiland voor hen opdeed; want ware de zee van eilanden ontbloot, dan zou, te midden des oceaans, een gewisse dood hun lot geweest zijn. Doch, al is het, dat de zeelieden niet met zulke groote onheilen te kampen hebben, dan nog zijn de eilanden voor hen van veel belang. Hoeveel eenzelviger zou de reeds zoo eenzelvige zeevaart niet zijn, wanneer de schepelingen, op hunne dikwerf maanden lange togten, nooit anders dan lucht en water zagen! Nu bieden de menigvuldige eilanden hun telkens eene aangename verpoozing aan, en verkorten het vervelende eener lange zeereis. Door die eilanden zien zij zich van tijd tot tijd in staat gesteld, om zich van versch drinkwater, verkwikkende vruchten en andere benoodigdheden te voorzien, zoodat inderdaad deze voor hen eene onwaardeerbare weldaad zijn.

Over het algemeen zijn de eilanden vruchtbaarder dan de landen, die met hen op gelijken afstand van den evenaar liggen. Vooral is dit het geval in de warme luchtstreek. Door de ligging van deze in het midden der zee, wordt de drukkende hitte meer afgekoeld door verfrisschende zeewinden, en worden zij over het algemeen beter van water voorzien. Vandaar dan ook, dat wij de kostbaarste en edelste gewassen van de eilanden bekomen, en dat er geen eiland bestaat, op hetwelk men dorre zandwoestijnen aantreft, die zulk eene aanmerkelijke plaats op het vasteland beslaan.

Na dit beknopt overzigt van de natuurlijke gesteldheid der Aarde, willen wij, in eenige volgende lezingen, hare voornaamste bestanddeelen eens meer van nabij bezien.

ACHTSTE LEZING.

Over de bergen.

De oppervlakte van het vasteland is over 't algemeen zeer ongelijk: hier verheft zij zich meer of minder sterk in de hoogte, en vormt heuvels en bergen; daar zakt zij naar de laagte, waardoor dalen en valleijen ontstaan; terwijl zij ginds in uitgestrekte vlakten voortloopt. De zeekusten zijn meestal het laagst en de binnenlanden het hoogst, hetgene men wel niet altijd duidelijk bespeuren kan, maar hetwelk toch door den loop der rivieren genoegzaam wordt aangetoond. Eene aanmerkelijke verhevenheid van den grond noemt men een' *berg*. Gij moet hierbij echter niet denken aan die hoogten, welke men in sommige oorden van ons Vaderland aantreft, en die men ook bergen noemt; dit zijn, ten hoogste genomen, *heuvels*. In het algemeen kan men alleen dan aan eene verhevenheid den naam van *berg* geven, wanneer zij zich een paar duizend voet boven de gewone oppervlakte der Aarde verheft.

Slechts zelden treft men op onzen Aardbol afzonderlijk staande bergen of heuvels aan; meestal staan er vele bij elkander, en vormen, zoo doende, *gebergten*, of, wanneer zij zich in de lengte uitstrekken, *bergrijen* of *bergketens*, die zich gewoonlijk weder door zijdelingsche takken in andere rigtingen verspreiden.

Met betrekking tot de ligging der gebergten, kan men ze in drie bijzondere deelen onderscheiden: in *voorgebergten*, *middelgebergten* en *hoofdgebergten*. *Voorgebergten* noemt men het uiteinde der gebergten, welke meestal slechts uit heuvels en langzaam zich verheffende bergen, bedekt met vruchtbare aarde, bestaan. De *middelgebergten* bestaan reeds uit hoogere bergen met steile randen; de vruchtbaarheid wordt hier allengs minder, tot zich eindelijk het *hoofdgebergte* boven alle andere verheft, waarop slechts enkele kruiden tieren, en welks top gewoonlijk met ijs en sneeuw bedekt is.

Ten aanzien van het ontstaan of de vorming der bergen kan men wel niets met volkomene zekerheid opgeven; echter vindt men, zoowel in den bijzonderen aard van de bestanddeelen der bergen, als in de plaatsing dezer bestanddeelen, genoegzame kenteekenen, om de vermoedelijke oorzaken van hun ontstaan uit te vorschen. Vele bergen hebben waarschijnlijk reeds bij de wording onzer Aarde het aanzijn gekregen, hetgene men uit de gelijkvormigheid der stof, uit welke zij zijn zamengesteld, kan opmaken. Zij bestaan alle uit eene harde, rotsachtige zelfstandigheid, en men treft er volstrekt geene versteeningen van dieren of planten in aan: zij worden *oorspronkelijke bergen* of *grondgebergten* genoemd. De hierop volgende zijn van lateren tijd, en denkelijk ontstaan door eenen zwaren watervloed, die het toen reeds bestaande Planten- en Dierenrijk grootstendeels vernietigde, van de oorspronkelijke bergen enkele stukken medevoerde, en daarvan op andere plaatsen nieuwe bergen vormde. Dit vermoeden wordt bevestigd, doordien zij voornamelijk bestaan uit onderscheidene lagen zand, steenkolen en steenzout; ook treft men er menigvuldige versteeningen van vroeger bestaan hebbende dieren en planten in aan: zij worden *vlotgebergten* geheeten. Eindelijk vindt men bergen, die alle kenmerken van nog lateren oorsprong hebben, omdat men er versteeningen van thans nog bestaande plant- en diersoorten in aantreft; waarschijnlijk zijn zij door latere geweldige overstroomingen op sommige punten des Aardbols ontstaan: men noemt die *aangespoelde gebergten.* Zij bestaan hoofdzakelijk uit *veen-, zand-* en *kleigrond,* terwijl in sommige veel zout gevonden wordt.

De hoogte der bergen wordt bepaald van de oppervlakte der zee af, door middel van den barometer. Door dadelijke meting zou deze bepaling der hoogte moeijelijk, en in sommige gevallen zelfs onmogelijk zijn, daar men, op eenen grooten afstand van de zee, de hoogte boven hare oppervlakte niet kan meten, en men toch een' vasten grondslag moet hebben, van waar men de hoogte van alle bergen bepaalt. Verbeeldt u, dat van twee, even ver boven de oppervlakte der zee uitstekende, en dus even hooge bergen, de eene gelegen ware in eene zeer lage landstreek en de an-

dere in eene verhevene, dan zal men door meting den eersten veel hooger bevinden dan den laatsten, zoodat gij ligt zult begrijpen, dat de oppervlakte van het land, waar de bergen gelegen zijn, niet tot grondslag van hunne hoogte kan dienen, en men ze dus niet regtstreeks kan meten. De oppervlakte der zee daarentegen is op alle gedeelten van den Aardbol nagenoeg dezelfde, en is dus een vast punt, van waar men de betrekkelijke hoogte der bergen bepaalt. Ik zal trachten u te verklaren, hoe men dit door middel van een' barometer doet, waartoe ik u vooraf dit werktuig eenigzins zal omschrijven.

Een gewone *barometer*, of, zoo als men meer algemeen zegt, *weêrglas*, bestaat uit eene lange glazen buis of pijp, welke, van boven digt zijnde, aan het benedeneinde omgebogen en van een' bol voorzien is, waarin zich eene kleine opening bevindt. Deze pijp wordt met kwik gevuld, waardoor de lucht, die er in aanwezig is, er wordt uitgedreven. Hierna keert men de pijp om, en het kwik vloeit, gedeeltelijk, door de opening in het bolletje weg. Ik zeg gedeeltelijk, want, door die opening drukt de buitenlucht op het kwik, en daar de ruimte er boven nu luchtledig is, kan van daar geene tegendrukking plaats hebben. Deze drukking is zoo sterk, dat het kwik niet naar beneden en door de opening van den bol uitvloeijen kan, maar, als 't ware, door de lucht gedragen, of in evenwigt gehouden wordt. Nu begrijpt gij ligt, dat, als de buitenlucht door bijzondere omstandigheden zwaarder wordt, zij dan ook met meer kracht op het kwik kan drukken, zoodat dit in de pijp omhoog rijst; wordt zij daarentegen ligter, dan zakt het kwik. De laagste stand van het kwik in de pijp is in ons Vaderland altijd 27 Rijnlandsche duimen boven de oppervlakte van het kwik, dat in den bol is, en de hoogste 30 duim. In warmer of kouder Landen, vindt men ten aanzien van dezen laagsten of hoogsten stand een gering verschil. De afstand van 27 tot 30 duimen wordt gewoonlijk in liniën of lijnen verdeeld.

Nu weet gij, dat de dampkringslucht onzen Aardbol van alle kanten, tot op zekere hoogte, omringt, en eene ontzettende drukking of zwaarte op alle ligchamen oefent,

waarover ik u later nader zal onderhouden. Deze drukking wordt sterker, naar mate men digter bij de Aarde is, omdat alsdan de volle breedte van den dampkring, om mij zoo eens uit te drukken, hare kracht oefent; bevindt men zich op zekere hoogte boven de oppervlakte der Aarde, dan is er minder dampkringslucht boven ons, en daardoor de drukking niet zoo sterk. Wanneer men gevolgelijk den stand van het kwik in de barometer-pijp, nabij de oppervlakte der zee, vergelijkt met dien op zekere hoogte, dan zal men bevinden, dat deze in het laatste geval iets lager is door de mindere drukking der lucht; terwijl, hoe hooger men komt, des te lager het kwik zal zakken; en hierdoor nu berekent men op eene zeer eenvoudige wijze de hoogte der bergen. Bij de oppervlakte der zee is de drukking der dampkringslucht het sterkst, en dus de stand des barometers het hoogst, zijnde 30 duim; als men nu bemerkt, dat, bij voorbeeld, op eene hoogte van 100 el het kwik eene lijn gezakt is, en deze daling regelmatig bij iedere 100 el met eene lijn vermeerdert, dan behoeft men, op den top des bergs gekomen zijnde, slechts te zien, hoeveel lijnen het kwik onder de 30 duimen gezakt is, om de hoogte van den berg, boven de oppervlakte der zee, naauwkeurig te berekenen. Gesteld, dat het kwik 10 lijnen gedaald is, dan is men 10 maal 100 el opgeklommen, en dus de berg 1000 el hoog.

Ik geef dit voorbeeld slechts op, om u eenigermate een denkbeeld te geven, hoe men door eenen barometer de hoogte van een' berg kan bepalen; waarom gij niet moet denken, dat de verhouding van den stand van het kwik en de hoogte des bergs juist zoo is, als ik u dit hierbij opgaf. De meerdere of mindere warmte en andere omstandigheden moeten bij zoodanige meting naauwkeurig worden in acht genomen.

Zeer verschillend is de hoogte van onderscheidene bergen. De hoogste berg in *Europa* is de *Mont-Blanc*, in *Savoije*, welke 14682 voet hoogte heeft. In *Amerika* heeft men een veel grooter aantal zeer hooge bergen, onder welke de *Chimborasso*, dien men vroeger voor den hoogsten berg der Aarde hield, 19320 voet hoog is. Later heeft men bevonden, dat de hoogste berg der Aarde is de *Dhawalagiri*, of *Witte Berg*,

welke een gedeelte uitmaakt van het *Himmalaya-Gebergte*, in *Thibet*, in *Azië;* deze berg verheft zich 26862 voet boven de oppervlakte der zee.

Dat werkelijk de dampkring op zeer hooge bergen geheel anders zijn moet dan aan hunnen voet, hebt gij reeds kunnen opmaken uit hetgene ik u zoo even zeide, ten aanzien van de mindere drukking der lucht op de bergen. Deze waarheid wordt ook door de ondervinding volkomen bevestigd. Alle Reizigers, die hooge bergen beklommen, getuigen als uit éénen mond, dat de lucht er op, veel fijner en kouder is dan bij de oppervlakte der Aarde. De uitwerkselen van de dunheid der lucht doen zich bij alle meer of minder gevoelen. De ademhaling wordt belemmerd; men gevoelt eene matheid door al zijne leden, welke dikwijls het voortgaan belet, en niet zelden wordt het bloed uit neus en ooren geperst. De reden hiervan laat zich ligtelijk opsporen. Alle menschen en dieren hebben tot hun levensonderhoud inademing van dampkringslucht noodig; zonder die houdt alle leven op. Is nu de lucht, die men inademt, veel dunner of ijler, dan moet men natuurlijk menigvuldiger ademhalen; daardoor wordt de omloop van het bloed versneld, en dit veroorzaakt de vermoeidheid en de belemmerde ademhaling, welke de bergreizigers ondervinden. De koude is op hooge bergen zeer hevig, zoodat, zelfs in de heete luchtstreek, derzelver toppen met altijddurend sneeuw en ijs bedekt zijn. De fijnere lucht op de bergen verhindert de ontwikkeling van warmtestof door de zonnestralen; en zietdaar de oorzaak dier verminderde warmte. Deze koude wordt aanmerkelijk vermeerderd, doordien eene groote hoeveelheid sneeuw en ijs zich verzamelt in de kloven en dalen, welke tusschen de bergtoppen liggen; door de hoogte der omringende bergtoppen kunnen de zonnestralen nimmer in deze dalen hare koesterende en weldadige werking verrigten, zoodat sneeuw en ijs aldaar niet ontdooijen, maar bestendig de omringende lucht verkoelen.

Dewijl nu op zekere hoogte de sneeuw niet smelt, heeft men eene algemeene *sneeuwlinie* bepaald, die echter in de heete luchtstreek hooger is dan in de gematigde, en langzaam afdaalt tot aan de beide polen, waar zij gelijkstaat met de oppervlakte van den grond.

Ziethier eene tafel van de gemiddelde hoogte der sneeuwlinie op verschillende graden afstands van den evenaar naar de noordpool:

Van den evenaar tot 10 graden er boven, 14000 of 15000 voet.

Van	10	tot	20	graden,	13000	voet.
〃	20	〃	30	〃	11000	〃
〃	30	〃	40	〃	9000	〃
〃	40	〃	50	〃	6000	〃
〃	50	〃	60	〃	3000	〃
〃	60	〃	70	〃	1000	〃
〃	70	〃	80	〃	100	〃
〃	80	〃	90	〃	0	〃

Al wat zich daarboven verheft, is bedekt met altijddurend ijs en sneeuw. Hier houdt ook het Groeijend Rijk geheel en al op, zoodat het schijnt, alsof de Natuur hier al haar vermogen heeft verloren. En echter is juist deze sneeuwlinie voor ons van een onschatbaar nut, zoo als ik u aan het slot dezer lezing zal aantoonen.

In alle werken des Almagtigen Scheppers, welke wij tot hier toe beschouwden, voelden wij ons gedrongen, telkens de verhevenste orde te bewonderen; bij de overweging van de geregelde ligging der bergen zal ons die niet minder in het oog vallen.

Alle gebergten op den Aardbol zijn aan elkander verbonden en maken, als 't ware, een geheel uit. Gij moet dit echter niet zoo opvatten, alsof alle hoofdgebergten onmiddellijk aan elkander grenzen; neen, dikwijls wordt deze aaneenschakeling alleen daargesteld door zeer geringe hoogten, die echter altijd voor onderdeelen van hoofdgebergten te houden zijn. Zelfs de zee stuit dezen zamenhang niet, daar de menigte van eilanden als zoovele voortgezette bergketens moeten aangemerkt worden. Laat mij u dit kortelijk met de voornaamste gebergten van *Europa* aantoonen.

Het hoofdgebergte van *Europa* is het *Alpische* in *Zwitserland.* Deze *Alpen* staan zuidwaarts in dadelijk verband met de *Apennijnen,* die in de lengte door *Italië* loopen, en zich zelfs door de *Middellandsche Zee* tot aan de *Afrikaansche* kust voortzetten, waarvan de eilanden *Sicilië* en *Maltha,* die

juist in deze rigting liggen, duidelijke kenteekenen zijn. — Een ander gedeelte der *Alpen* grenst oostwaarts aan het door *Hongarije*, *Zevenbergen* en *Turkije* loopende *Karpatische Gebergte*, hetwelk zich in *Turkije* vereenigt met het gebergte *Balkan*, welk laatste over *Thessalië* zich met het *Taurus-Gebergte* in *Azië* verbindt. — Westwaarts van de *Alpen* vindt men al dadelijk het *Vogesische Gebergte* in *Frankrijk*, waaraan zich weder het *Jura-Gebergte* sluit, welk laatste men geregeld volgen kan tot in *Engeland* en *Schotland*, in welke beide Landen echter geene zeer hooge bergen gevonden worden. — Noordelijk van *Schotland* gaat de bergketen door den *Atlantischen Oceaan* over de *Shetlandsche-* en *Faroër-Eilanden* naar *IJsland*, en van daar naar *Groenland* en dus tot in *Amerika*. — De zuidelijke tak der *Alpen*, die aan de *Apennijnen* grenst, vereenigt zich westwaarts met eenen tak der *Sevennes* in *Frankrijk*, welke laatste door eenen anderen tak verbonden zijn met de *Pyreneeën*, die de grensscheiding uitmaken tusschen *Frankrijk* en *Spanje*. — Van de *Pyreneeën* loopen onderscheidene takken door *Spanje* en *Portugal*, onder welke het *Cantabrische-*, het *Sierra-Morena-* en het *Iberische Gebergte* de voornaamste zijn. — Noordoostwaarts van de *Alpen* strekken zich verscheidene takken door *Duitschland* uit, en vormen daar onder andere het *Hartz-* en *Reuzen-Gebergte*; terwijl de noordelijkste takken daarvan, door middel van de eilanden in de *Oostzee*, in verbinding staan met het tusschen *Zweden* en *Noorwegen* gelegene gebergte *Kiölen* of *Dofrefield*.

De naauwkeurige beschouwing van de Kaarten der overige werelddeelen zal u dergelijke aaneenschakeling der hoofdgebergten duidelijker doen opmerken, dan wanneer ik ze u eenvoudig opnoemde. Gij zult u dan tevens kunnen overtuigen van het algemeen verband, dat er tusschen *alle* hoofdgebergten op den Aardbol bestaat.

Daar men tot hier toe niet in staat is geweest, ver in het inwendige gedeelte der bergen in te dringen, zoo is dit ons geheel onbekend. Wel heeft men in sommige bergen mijnen of groeven aangelegd, om er de in voorhandene schatten van metalen en zout uit te halen; maar deze mijnen zijn, met betrekking tot de groote uitgebreidheid der

bergen, bijna als niets te achten. Er is echter iets, dat ons gelegenheid geeft, in vele bergen eenen meer voldoenden blik te werpen, en dit zijn de *holen, spelonken* of *grotten*, die zich in sommige hunner bevinden. Vele dezer holen bevatten zooveel wetenswaardigs en ongemeens, dat het overwaardig is, hierbij eenige oogenblikken stil te staan.

Het getal der reeds bekende holen op onzen Aardbol is zeer groot; echter kunnen wij het er gerust voor houden, dat slechts een klein gedeelte er van bekend is, daar de ingang van vele zoo verborgen is, dat dikwijls alleen het toeval ze bekend maakt. In het algemeen komen de meeste der thans bekende holen daarin overeen, dat zij uit verscheidene gangen of afdeelingen van verschillende breedte, hoogte en rigting bestaan. Vele bevatten op den bodem water, dikwijls geheele beken en meren. In vele vindt men versteende overblijfselen van vroeger bestaan hebbende dieren. Uit sommige wasemt bestendig eene luchtsoort uit, die voor menschen en dieren doodelijk is, of stroomt, naar gelang der verschillende jaargetijden, een min of meer hevige wind; terwijl enkele ten aanzien van hitte en koude juist in tegenstelling zijn met de buitenlucht, zoodat het er des zomers koud en des winters warm in is. In de meeste holen treft men eene steenachtige zelfstandigheid aan, die door de waterdroppels ontstaat, welke van het gewelf en de wanden der holen aanhoudend naar beneden valt, en die men daarom *dropsteen* of *leksteen* noemt.

Sommige gewesten zijn bijzonder rijk aan holen. In *Europa* vindt men de meeste en grootste in het Keizerrijk *Oostenrijk*. Van eenige der merkwaardigste en meest bekende holen wil ik u eene en andere bijzonderheid mededeelen.

In *Krain*, een gedeelte van het *Oostenrijksche* gebied, ligt de beroemde *Adelsbergergrot*. Van deze grot, in welke vele Reizigers verscheidene mijlen zijn ingedrongen, heeft men tot dusverre de grootte nog niet kunnen bepalen; niemand heeft ooit het einde er van bereikt, daar ontelbare dwaalwegen en vreesselijk gapende afgronden alle verdere nasporingen verijdelden. De leksteen, dien men in dit hol menigvuldig aantreft, vormt op vele plaatsen de zonderlingste gedaanten, in welke eene levendige verbeelding draken-,

leeuwen- en tijgerkoppen meent te zien. Behalve den leksteen, vindt men in dit hol veel water. De rivier *Poik*, die in eene rots vloeit, niet ver van den ingang van eene grot, welke daarin gelegen is, loopt in de diepte der rots voort, vormt hier en daar watervallen, die een donderend geraas veroorzaken, en komt aan de tegenovergestelde zijde der rots weder te voorschijn. Buiten deze rivier zijn er nog eenige andere waterstroomen in dit hol. Hoogstmerkwaardig zijn in dezelve twee natuurlijke bruggen, die waarschijnlijk zijn ontstaan door twee stukken rots, welke van de hoogte dwars tegenover elkander zijn nedergevallen. Deze bruggen maken het bezoeken der grot minder moeijelijk; zonder die zou men bezwaarlijk over de afgronden komen, in welker diepte de genoemde rivier voortstroomt. Eene dezer bruggen is ten naasten bij eene mijl van den ingang der grot verwijderd, en ligt over eenen afgrond, in welken men bijna niet zonder duizeling kan nederzien. De gidsen, die de Reizigers door dit hol geleiden, hebben de gewoonte eenige bossen stroo op de kanten der brug in brand te steken, en ze zoo naar beneden in den vloed te werpen, waardoor de aanschouwers de ijzingwekkende verlichting van eenen meer dan 100 vademen diepen afgrond genieten.

In *Duitschland* is het zoogenaamde *Baumannshol* het meest bekende. Het ligt in het *Hartz-Gebergte*, in het Koningrijk *Hanover*, niet ver van de stad *Quedlinburg*. Het heeft zijnen naam ontleend van den eersten ontdekker, zijnde een mijnwerker BAUMANN genaamd. Deze bezocht in het jaar 1670 de grot, om te onderzoeken of zij ook metaalerts bevatte. Toen hij wilde terugkeeren, ging ongelukkiglijk zijne mijnlantaarn uit, zoodat hij den weg niet weder kon vinden. Nadat hij drie dagen in het hol had rondgedwaald, gelukte het hem eindelijk eenen uitweg te zien, hoewel hij kort daarop aan de gevolgen van den uitgestanen doodsangst en honger stierf. Daar de grot, volgens zijne verklaring, vele opmerkenswaardige voorwerpen bevatte, waagden zich spoedig verscheidene personen er in, en werden de moeijelijkste plaatsen spoedig meer toegankelijk en gemakkelijk gemaakt. De ingang zelf is smal en ongemakkelijk. Hier en daar moet men zelfs kruipen, om zich

om zich niet aan de scherpe hoeken der klipgewelven te kwetsen.

Dit hol, dat in het binnenste van eenen berg gelegen is, bestaat uit zes afzonderlijke afdeelingen, die uit zwart marmer gevormd zijn, dat echter op den grond en aan de wanden, ter dikte van twee of drie duim, met schitterende kristallen overtrokken is, welke uit dropsteen ontstaan. Ook in dit hol vormt de dropsteen de zonderlingste gedaanten, die men, door eene sterke verbeelding geholpen, hier voor eene biddende non bij een wijwatervat, daar voor eenen monnik, een orgel, eenen predikstoel, doodshoofd, graftombe en dergelijke dingen meer zou houden. In de tweede afdeeling der grot vindt men versteende overblijfselen van roofdieren uit vorige tijden, die deze holen tot hun verblijf hadden gekozen. De vierde afdeeling is geheel met rotshoopen opgevuld. Onder de vele dropsteen-gedaanten, die men ook hier aantreft, verdient bijzondere melding eene zuil, bekend onder den naam van *klinkende zuil.* Dit stuk houdt men algemeen voor het merkwaardigste van het geheele *Baumannshol.* Wanneer men met een steentje tegen deze zuil aanslaat, weêrgalmt onverwacht het geluid eener groote klok door de onmetelijke onderaardsche ruimte.

De merkwaardigste van alle Duitsche grotten, vooral voor de Natuurlijke Geschiedenis des Aardbols, is de *Gailenreuthergrot*, tusschen *Baireuth* en *Anspach*, in het Koningrijk *Beijeren.* Behalve de verschillende dropsteenvormen, die ook hier zeer merkwaardig zijn, vindt men nergens zulk eene menigte versteende beenderen van dieren, die meest alle thans niet meer bekend zijn, dan daar. Hoofdzakelijk onderscheidt men deze beenderen in twee soorten, waarvan de eene met die der thans bestaande ijsbeeren, en de andere met die van tijgers overeenkomst hebben gehad, doch veel grooter moeten geweest zijn. Zoo heeft men ook in de groote spelonk van den *St. Pietersberg*, bij *Maastricht*, eenen ontzettend grooten krokodilskop gevonden, die, op de kakebeenen na, geheel versteend was. Merkwaardig is het, dat bij de *Gailenreuther-* en andere in dien omtrek gelegene beendergrotten de doorgangen, langs welke men van de eene afdeeling in de andere komt, veeltijds zoo naauw zijn, dat men de mogelijk-

heid niet begrijpt, hoe zulke groote dieren, als waarvan de beenderen er in voorhanden zijn, daarin konden komen. Waarschijnlijk zijn zij bij eenen grooten watervloed, die deze gebergten overstroomde, tegen de rotsen verbrijzeld, en daarna bij stukken in de holen en grotten gedreven.

In *Engeland* is inzonderheid het hol bij *Castletown* merkwaardig; — doch ik gevoel, dat ik te uitvoerig zou worden, indien ik u al de bekende merkwaardige holen van dien aard alleen van ons werelddeel wilde beschrijven; waarom ik slechts nog van eenige wil gewagen, die zich door bijzondere eigenschappen kenmerken.

Onder deze verdient in de eerste plaats melding de zoogenaamde *Hondsgrot*, in de nabijheid van *Napels*. Deze grot is omtrent twaalf voeten lang en breed en zes voet hoog. In haar ziet men duidelijk de koolstofzure lucht, als eene verdikte luchtsoort, tot de hoogte van eenige duimen uit den grond opkomen. Deze luchtsoort, die veel zwaarder is dan de gewone dampkringslucht, kan, om die reden, niet hoog opstijgen, maar blijft op eenigen afstand van den bodem zweven; waarom honden en andere dieren, die met het hoofd digt bij den grond komen, deze lucht inademen, ten gevolge daarvan terstond bedwelmd worden en, wanneer zij eenige minuten er in blijven, sterven; om welke reden men aan deze grot den naam van *Hondsgrot* gegeven heeft. Menschen kunnen het in deze grot langer uithouden, hoewel zij eindelijk insgelijks bedwelmd worden.

In *Stiermarken*, een gedeelte van het *Oostenrijksche* gebied, en in *Hongarije*, vindt men hier en daar zoogenoemde *IJsgrotten*. Wanneer men deze nadert, ontwaart men reeds op zekeren afstand eenen snerpend kouden wind. Voorzien van ijssporen en mijnlantaarns, daalt men in deze holen, langs vastgevroren sneeuw, naar beneden, en ontdekt op den bodem niet anders dan schitterende ijsvlakten. Het water, dat uit de gewelven dezer grotten naar beneden droppelt, bevriest ongeloofelijk snel. In de heetste zomers is de hoeveelheid van ijs het grootst; wordt daarentegen de warmte door wind en regenbuijen gematigd, dan bevriest het water langzamer; bij toenemende koude begint het ijs te smelten, en in den winter dooit het geheel weg. De bodem dezer

grotten is alsdan geheel droog, en zoo warm, dat gansche zwermen van muggen en vliegen, ja zelfs hazen en vossen, er hun verblijf in houden.

De redenen van dit inderdaad merkwaardig verschijnsel zijn de vochtige gesteldheid dezer grotten en de evenredige betrekking tusschen hare opening en inwendige grootte. In drooge en genoegzaam diepe holen, groeven of kelders, is de warmte-graad het geheele jaar door tamelijk gelijk. De dikte van hare gewelven verhindert de dampkringslucht, spoedig genoeg hare meerdere warmte aan de binnen dezelve beslotene lucht mede te deelen. Voordat de zomerwarmte deze gewelven heeft doorgetrokken, moet zij reeds weder plaats maken voor de herfst- en winterkoude; en ook deze kan niet zoo spoedig tot het inwendige gedeelte der groeven of kelders doordringen, of zij wordt door de lente- en zomerwarmte verdrongen. Bij natte grotten of holen is dit geheel anders. De uitdamping der menigte vochtdeelen, die zich in deze bevinden, veroorzaakt natuurlijk koude, doordien die uitdamping zelve aan de omringende lucht een gedeelte warmtestof ontneemt. Wanneer zoodanige grotten geheel gesloten waren, zoodat die dampen er in moesten blijven, zou de verkouding spoedig ophouden, en de warmtegraad schielijk hersteld worden. Maar door de openingen der grotten, als deze namelijk niet te klein zijn, ontwijken die dampen, en worden door de buitenlucht als ingeslorpt. De wanden der grot dampen hierna op nieuws uit, en de inwendige koude moet toenemen, naar mate de hitte in den zomer vermeerdert, en dus de buitenlucht geschikt wordt, om meer van die dampen op te nemen. In den herfst vermindert deze geschiktheid van de dampkringslucht, en in den winter houdt zij geheel op, waardoor de uitdamping binnen de grot afneemt, geheel verdwijnt en de oorspronkelijke warmtegraad er in hersteld wordt. Hiertoe is echter eene juiste verhouding van de opening der holen tot de binnenruimte volstrekt noodzakelijk. Is die te klein, dan kunnen al de dampen er niet door naar buiten dringen; is zij te groot, dan dringt de buitenlucht in te groote hoeveelheid naar binnen.

In den *Kerkelijken Staat*, in *Italië*, niet ver van de stad

Terni, vindt men eene zeer merkwaardige *windgrot*. Zij is gelegen in den zoogenaamden *Eolus-Berg*. De ingang is door eene oude vervallene poort gesloten, door welker scheuren de wind met groot geraas naar buiten dringt. Deze grot is zeer wijd, en loopt schuins nederdalende diep in den berg af. Het eigenlijke windhol is in het achterste gedeelte van de spelonk. De luchtstroom is aldaar meest altijd zoo sterk, dat de fakkels, waarvan men zich tot hare bezigtiging moet bedienen, worden uitgebluscht. De bewoners der omliggende landhuizen weten van dezen voortdurenden wind, welke juist in het heetste des zomers het koudst is, op eene wezenlijk vernuftige wijze partij te trekken. Zij brengen dien namelijk, door middel van pijpen, uit den *Eolus-Berg* in hunne woonvertrekken, waar deze wind, meestal door langs den wand geplaatste beelden, die schijnbaar alleen tot sieraad dienen, wordt opgenomen, en door de zalen eenen stroom van frissche lucht verspreidt. Indien de koelte te sterk wordt, dan sluit men de pijpen door kranen.

Het uitstroomen der koude lucht uit den ingang der grot heeft alleen in den zomer plaats. In den winter geschiedt juist het tegendeel; de buitenlucht dringt alsdan in de grot naar binnen. Dit tegenstrijdig verschijnsel ontwaart men bij alle windgrotten, van welke er vele in *Italië*, *Zwitserland*, *Frankrijk* en elders worden gevonden. Hoogstwaarschijnlijk hebben al deze grotten, bij eene zeer groote inwendige uitgebreidheid, behalve de bekende opening, nog eene of meer openingen aan de tegenovergestelde zijde, en doordien bij alle windgrotten de uitgangen bijzonder klein en de gangen zeer naauw zijn, laat het zich verklaren, waarom de lucht in den zomer naar buiten en in den winter naar binnen dringt. De lucht namelijk is eene vloeistof, en heeft als zoodanig met alle vloeistoffen eene neiging, om zich in evenwigt te houden. Wanneer door verwarming op zekere plaats de lucht verdund wordt, is dit evenwigt verbroken. De omringende koudere deelen stroomen naar deze plaats toe, om dit evenwigt te herstellen, en er ontstaat een luchtstroom, dien wij wind noemen. Hieruit laat zich nu gemakkelijk de uitstroomende wind in den zomer verklaren. In den winter, wanneer,

zoo als wij vroeger reeds zagen, de buitenlucht kouder is dan binnen in de grotten, heeft omgekeerd hetzelfde plaats, waardoor de wind naar binnen dringt.

Keeren wij nu, na deze uitweiding, tot de bergen terug, en beschouwen wij, tot besluit dezer lezing, het onwaardeerbaar nut, dat zij ons aanbrengen.

Allereerst zijn de bergen aan te merken als zoovele schatkamers van metalen en andere delfstoffen. Hoe weldadig de metalen voor het menschelijk geslacht zijn, leert ons de ondervinding bijna ieder oogenblik. Landbouw, fabrijkwezen, ja ieder vak van menschelijk bedrijf, zou zonder ijzer, om alleen dit te noemen, elk oogenblik onoverkomelijke zwarigheden ontmoeten; en dit boven goud te waarderen metaal krijgen wij grootstendeels uit de bergen. Behalve dat leveren ons de bergen overvloedig het zoo onontbeerlijke zout; zoodat, al ware het alleen om deze voordeelen, de bergen te regt als een groote zegen van onzen liefderijken Hemelschen Vader te beschouwen zijn. Maar er is hier meer op te merken.

De bergen stuiten, door hunne hoogte, den voortgang van schadelijke winden. In de brandende zandwoestijnen, welke men in *Afrika* en *Arabië* zoo menigvuldig aantreft, ontstaan de meeste schadelijke winden. Onder dezelve behoort vooral genoemd te worden de *samum* of *chamfin*. Deszelfs uitwerkselen zijn voor mensch en dier allerverschrikkelijkst. Door de menigte fijn zand, welke deze medevoert, en die tot in de digtste woningen doordringt, stijgt de warmte tot zulk eenen graad, dat zij dikwijls doodelijk wordt. De ademhaling wordt belemmerd, de long zamengetrokken, de huid opgedroogd. Voor allen, die zich, terwijl deze wind waait, in de opene lucht bevinden, en dien inademen, is hij volstrekt doodelijk; ja zijne werking op het menschelijk ligchaam is zoo verschrikkelijk, dat de onderscheidene leden er zich van afscheiden, wanneer men de lijken aanroert. In de genoemde woestijnen, waar men slechts zelden eenig mensch ontmoet, kan deze wind natuurlijk niet zoo vele verwoestingen aanrigten; maar wat zou het zijn, wanneer hij tot meer volkrijke oorden kon doordringen! Dui-

zende slagtoffers zouden telkens door hem geveld worden; dan hiervoor heeft Gods Vaderlijke liefde gewaakt, daar de meeste dezer zandwoestijnen door hooge bergen omringd zijn, die zijnen voortgang beletten.

Van onbegrijpelijk groot belang zijn verder de bergen voor de bewoners der heete luchtstreek. Wanneer de warmte, door de aldaar bijna altijd loodregt nedervallende zonnestralen veroorzaakt, door geene bijkomende omstandigheden getemperd werd, zou dit gedeelte des Aardbols bijna niet voor bewoning geschikt zijn. Onder deze verzachtende omstandigheden bekleeden de bergen eene voorname plaats. Door hunne hoogte toch verspreiden zij, gedurende een groot gedeelte van den dag, eene uitgestrekte schaduw over de aan hunnen voet gelegene vlakten; terwijl zij tevens door het altijddurend ijs en sneeuw op hunne kruinen de lucht aanmerkelijk bekoelen. Wanneer men nu hierbij bedenkt, dat juist in dat gedeelte der Aarde de meeste bergen worden aangetroffen, zal wel niemand in deze beschikking de hand eener liefderijke Voorzienigheid kunnen miskennen.

Ik zou u nu nog breedvoerig kunnen opgeven, hoe men, door den verschillenden graad van warmte op de bergen, in eenen korten omtrek de voortbrengselen van alle verschillende luchtstreken aantreft, maar wil liever wat langer stilstaan bij iets van meer algemeen belang. Het zal wel onnoodig zijn, u met vele woorden het weldadige der rivieren aan te toonen; in een Land, als het onze, waar zoovele rivieren en stroomen den koophandel, den landbouw en de nijverheid bevorderen, zou dit overbodig wezen; ook zal ik later gelegenheid hebben, hiervan meer te zeggen. Deze rivieren dan nemen, bijna alle, haren oorsprong uit de bergen. Ligtelijk begrijpt gij, dat de hoogte en de menigvuldigheid der sneeuw op de bergen niet altijd dezelfde is, maar met de jaargetijden en de verschillende warmte-gesteldheid van de lucht ook verandert. Indien de koude toeneemt, dan vermeerdert de sneeuw ver beneden de sneeuwlinie; bij meerdere warmte vermindert zij tot aan de bestendige sneeuwlinie. Hoe hooger op den berg, hoe meer koude, dit heb ik u vroeger reeds

verklaard. Gij begrijpt dus gemakkelijk, dat over het geheel de onderste lagen het eerst wegdooijen. Hierdoor nu verliezen de hooger liggende hare standpunten, en ploffen dikwijls in zeer groote klompen naar beneden in warmer streken, waar zij smelten. Er heeft dus een bestendig toe- en afnemen, bevriezen en ontdooijen plaats; want de waterdeelen, waarmede de dampkring altijd bezwangerd is, en die als regen op het Aardrijk nedervallen, worden door de koude op de bergtoppen als sneeuw en ijs verzameld, en vermeerderen dus bestendig de sneeuw- en ijslagen, zoodat de aanwas van boven altijd grooter is dan de wegdooijing beneden. Hieruit volgt, dat er bestendig van de bergen eene groote hoeveelheid water naar beneden vloeit, hetwelk, terstond door den lossen grond opgenomen, zoo lang zakt, tot het rots-, steen- of andere vaste lagen aantreft. Hier vergadert het zich als in welgesloten bakken, zoowel in de binnendeelen der bergen zelve, als tusschen hunne spitsen in de dalen. Het water in deze bakken of holligheden, bestendig toenemende, moet zich ook hieruit ontlasten, en ziedaar den oorsprong van beken en rivieren. Het zijn evenwel niet alleen de hooge tot boven de sneeuwlinie reikende bergen, die het aanzijn geven aan beken en rivieren, zelfs veel lager gelegene bewijzen, hoewel in mindere mate, dezelfde dienst. Door hunnen grooten omtrek op eene kleine grondvlakte, ontvangen zij van regen en dauw vele waterdeelen, welke, naar beneden zakkende, niet alle door den effen' grond kunnen opgenomen worden, en dus zijdelings buiten de bergen uitvloeijen, of ook wel, wanneer zij bij hunne nederdaling gemakkelijker naar buiten dan naar beneden kunnen komen, reeds boven de grondvlakte, langs de buitenzijde van den berg naar beneden vlieten. Bij den oorsprong zijn zeker deze laatste beken van geringe beteekenis; doch door toevoer van andere bronnen versterkt, voeren zij reeds spoedig eene vrij aanzienlijke hoeveelheid water mede, waarvan men, zelfs in ons Vaderland, vele voorbeelden aantreft.

Wanneer men nu al de genoemde voordeelen, die de bergen ons verschaffen, overweegt, wie gevoelt zich dan niet

doordrongen van de innigste dankbaarheid voor Gods Vaderlijke wijsheid en liefde, die ook het schijnbaar onregelmatige in de schepping dienstbaar maakt aan het geluk zijner redelijke schepselen?

De ongelijke hoogte van de oppervlakte der Aarde, waarvan ik bij het begin dezer lezing sprak, levert, ten opzigte van den loop der rivieren, nog een belangrijk voordeel op, dat niet mag voorbijgezien worden. Wanneer toch het land aan den voet der bergen dezelfde hoogte had als aan de zeekusten, zou het water, hetwelk uit de bergen vloeit, zich beneden terstond tot groote waterplassen vormen, welke, door onophoudelijken toevoer steeds vergroot wordende, de geheele Aarde spoedig in eene zee of moeras zouden herscheppen, waardoor alleen de bergen of hoogten bewoonbaar zouden zijn. Nu stroomen de rivieren langzamerhand en met onophoudelijke kronkelingen van hoogere naar lagere streken, tot zij zich eindelijk in hare algemeene vergaderplaats, de zee, uitstorten, waaruit zij, zoo als gij uit eene latere lezing vernemen zult, het eerste aanzijn ontvingen. Hierdoor nu is niet alleen het bezwaar weggenomen, hetwelk alleen de bergen en hoogten der Aarde bewoonbaar zou maken, maar geniet men ook op eene grootere uitgestrektheid de groote voordeelen, welke de rivieren aanbrengen; zoodat de allesomvattende wijsheid van God ook in deze schikking weder luisterrijk uitblinkt.

NEGENDE LEZING.

Over de Vulkanen of vuurspuwende bergen.

Bij het opgeven der oorzaken van het ontstaan van sommige eilanden, heb ik met een enkel woord gewag gemaakt van *vuurspuwende* of *Vulkanische* bergen op onze Aarde; waarom het u misschien zal bevreemd hebben, dat ik, bij de behandeling der bergen, volstrekt niet van

deze gesproken heb. Ik heb dit opzettelijk vermeden, omdat zij in zoo vele opzigten van de gewone bergsoorten verschillen, en in hunnen aard en werking zoo merkwaardig zijn, dat ik begreep eene opzettelijke lezing er aan te moeten toewijden.

Onder den naam van *Vulkanen* of *vuurspuwende bergen* verstaat men de zoodanige, die van tijd tot tijd rook en vlammen, benevens gesmoltene gloeijende stoffen en slijk uitwerpen. Men treft er een aanzienlijk getal van op onze Aarde aan, hoewel er buiten twijfel in vroegere eeuwen veel meer geweest zijn. Immers vindt men, zoowel in *Europa* als in de andere werelddeelen, zeer vele bergen, die duidelijke kenteekenen dragen, dat zij vroeger Vulkanen geweest zijn, doch die thans derzelver Vulkanische eigenschappen schijnen verloren te hebben. — Men berekent het getal Vulkanen in *Europa* op *zeven*, in *Afrika* op *acht*, in *Amerika* op *zeven en dertig* en in *Azië* op *drie en twintig*. — Den naam *Vulkanen* ontleenen zij uit den tijd der Heidensche Godenleer, vóór de stichting des Christendoms, toen men de vuurspuwende bergen aanzag als de werkplaatsen van *Vulkaan*, den God des Vuurs.

Zij zijn niet alleen in aard, maar ook in vorm van de overige bergsoorten onderscheiden. Gewoonlijk hebben zij eene kegelvormige gedaante, welke van boven in eene kegel- of trechtervormige opening eindigt, die men den naam van *krater* geeft. Uit deze kraters braken de Vulkanen van tijd tot tijd de gesmoltene en gloeijende stof uit, welke men *lava* noemt. Dikwijls worden er ook steenen, slijk en andere ligchamen tot eene verbazende hoogte uit opgeworpen, welke, nedervallende, als eene gloeijende vloeistof langs de zijden van den berg afstroomen, waardoor hij zijne kegelvormige gedaante verkrijgt. Deze gedaante wordt echter niet zelden veranderd, daar het dikwijls gebeurt, dat de stoffen, welke door de onderaardsche kracht worden aangebragt, eenen anderen uitweg kiezen dan door den hoofd-krater, waardoor op de helling van den berg nieuwe kraters, en bij gevolg kleinere of grootere verhevenheden ontstaan, wier getal somtijds zoo

groot is, dat het geheel meer als een Vulkanisch gebergte, dan als een enkele vuurberg is aan te merken. Hiervan is onder andere de *Etna* op het eiland *Sicilië* een duidelijk bewijs. In zijnen omtrek, die aan den voet vijftien Duitsche mijlen bedraagt, verheffen zich verscheidene afzonderlijke toppen, welke alle van kraters voorzien en door diepe dalen van elkander zijn afgescheiden.

De krater der Vulkanen bestaat, zoo als ik u reeds gezegd heb, uit eene trechtervormige opening van eene aanmerkelijke diepte; van den *Vesuvius*, in de nabijheid der stad *Napels* gelegen, is zij 2000 voet diep. Hoewel zij gewoonlijk, ten minste bij die bergen, welke nog niet geheel uitgewoed hebben, met rook en damp is opgevuld, kan men, wanneer de Vulkaan zich voor het overige in rust vertoont, er in afdalen, en er eene prachtige verscheidenheid van delfstoffen en velerlei soorten van meer of minder fraaije gesteenten bewonderen. — De lava bestaat uit eene vermenging van allerlei delfstoffen, welke door het onderaardsche vuur vloeibaar zijn geworden.

Dit zij genoeg ten aanzien van den aard der Vulkanische bergen; laat ons nu hunne werking van nader bij beschouwen.

Het is voor de bewoners, die den voet van deze bergen en hunne omstreken, om de ongemeene vruchtbaarheid van den grond, tot woonplaats kiezen, van geen gering nut, dat de uitbarstingen der Vulkanen gewoonlijk door zekere verschijnselen, bestaande in aardbevingen, vergezeld van een onderaardsch gerommel, dat gedurig in hevigheid toeneemt, worden voorafgegaan. Hierdoor worden zij, als 't ware, gewaarschuwd, om zich, bij toenemend gevaar, door de vlugt te kunnen redden. Zelfs de dampkring neemt deel aan het naderend schouwspel: deze wordt drukkend en benaauwend, waardoor, even als bij ons in den zomer, na aanhoudende hitte en gemis van onweder, de ademhaling moeijelijk wordt; dikke wolken pakken zich opeen, en schijnen een zwaar onweder te voorspellen. Men wordt een' zwavelreuk gewaar, terwijl dikke rookwolken uit den krater opstijgen. De aardbevingen ne-

men in hevigheid toe; zware slagen, sterker dan bij het hevigste onweder, doch voor 't overige veel overeenkomst hebbende met de zoogenaamde ratelslagen van den donder, duiden de onbegrijpelijke kracht aan, waarmede het nog *inwendig* woeden des Vulkaans gepaard gaat, tot men op eenmaal de reeds verwachte uitbarsting in hare verschrikkelijke, doch tevens bewondering wekkende gedaante aanschouwt. — Nu is de berg als in vuur gehuld; de vlammen stijgen tot eene hoogte van honderde, ja duizende voeten boven de kruin des bergs. Steenen van eene aanmerkelijke zwaarte worden met eene geweldige kracht door de lucht geslingerd, en vallen dikwijls op den afstand van eenige mijlen weder neder. De geheele omtrek wordt met asch en andere stoffen, somtijds tot eene dikte van verscheidene voeten, overdekt, zoo zelfs, dat bij eene uitbarsting van den *Vesuvius*, in het jaar 79 na CHRISTUS Geboorte, de steden *Herculanum* en *Pompeji* tot zulk eene diepte onder de asch bedolven werden, dat men eerst in het begin der vorige eeuw een spoor van haar ontdekte; ten gevolge waarvan men eene verdere opdelving heeft in het werk gesteld, waardoor men bevond, dat de asch zich op sommige plaatsen tot 110 voet hoogte had opgehoopt. Bij dat treffend bewijs van de almagt des Albestuurders, blijft ook weder de dampkring niet werkeloos. Alles schijnt zich te vereenigen, om den aanschouwer met den diepsten eerbied te bezielen. Uit wolken van een ontzaggelijk voorkomen, vroeger reeds boven de kruin des bergs zamengepakt, schieten schitterende bliksemstralen naar alle zijden door de lucht, terwijl zware donderslagen medewerken, om het geheel te volmaken. De dikke wolken storten stroomen waters uit, waardoor de asch, die anders als stof op de Aarde nedervalt, zich in eenen kleverigen toestand aan de takken der boomen hecht, en die van den stam afscheurt, of, tot kluiten gevormd, de planten verplettert. Daarenboven wordt, door het nedervallen der gloeijende asch en steenen, alles, wat brandbaar is, eene prooi der vlammen.

Doch behalve al deze ontzagwekkende gevolgen van de uitbarsting eens Vulkaans, is het inzonderheid de *lava*,

die de meeste verwoestingen aanrigt. Deze stof, tot aan den rand des kraters voortgestuwd, vloeit langs de helling van den berg naar beneden, en verbrandt alles, wat zich in haren weg bevindt. De meerdere of mindere snelheid van haren voortgang hangt voornamelijk af van den tegenstand, dien zij ontmoet en van hare naderende bekoeling. Door de zwaarte van hare bestanddeelen is haar loop over het algemeen zeer langzaam, bedragende in het begin 1 of 1½ voet in eene sekonde; eene beschikking, waarin wij het bestuur van eene alwijze Voorzienigheid niet kunnen voorbijzien; want had de gloeijende lava den snellen loop van het water, dan zou het den bewoners van den voet dezer bergen onmogelijk zijn, zich door de vlugt voor levend verbranden te behoeden. Het is opmerkelijk, dat deze stof, somtijds jaren lang, eene inwendige hitte en vloeibaarheid behoudt, zonder door den haar omringenden dampkring en den grond geheel verkoeld en verhard te worden. Men gelooft, dat de menigte zwaveldeelen, waaruit zij bestaat, deze hitte veroorzaken. Hare kleur vertoont zich gedurende den dag als een zwart of aschgraauwachtig zand; bij nacht schijnt zij gloeijend rood.

De vernielende kracht van dezen vuurstroom is allerverschrikkelijkst. Bosschen, huizen en kerken worden in een oogenblik vernield; ja somtijds geheele bergen ondermijnd en medegevoerd. Heeft eenig ligchaam genoegzame vastheid, om zijne kracht te wederstaan, dan hoopt de lava zich op, vloeit er eindelijk overheen en vervolgt haren weg. — De volgende daadzaak zal u van het verwoestend vermogen der lava overtuigen.

Door eene uitbarsting van den *Vesuvius*, in het jaar 1779, was de krater van dezen berg voor een groot gedeelte verstopt, zoodat alle kleine uitbarstingen, waardoor de berg zich van tijd tot tijd ontlastte, bijna geheel ophielden. Gedurende vijftien jaar, tot in 1794, was de berg, als 't ware, in rust; zelfs waren de kolommen rook, die er anders boven zweefden, geheel verdwenen. Deze schijnbare kalmte en gunstige gesteldheid veranderde echter spoedig in de ontzettendste tooneelen. Eenige dagen vóór de uitbarsting, zag men dikke wolken zich boven den berg za-

menpakken, de bronnen verdroogen, en op sommige plaatsen tusschen den krater en de stad *Torre del Greco* rook uit den grond opstijgen, terwijl men tevens nu en dan ligte schuddingen bemerkte. De inwoners der stad sloegen echter op deze verschijnselen weinig acht; omdat die in deze streken niet zeldzaam zijn. Doch in den nacht van den 10den op den 11den Junij, ontwaarde men eenen hevigen schok, waardoor zelfs de klokken van het sterke Koninklijke paleis te *Caserta* aansloegen. Eenen dergelijken schok, hoewel minder sterk dan de vorige, gevoelde men den 15den Junij, en deze werd gevolgd door eene geweldige uitbarsting van den *Vesuvius*. Vuurkolommen van verschillende grootte en gedaante volgden elkander op, terwijl de gloeijende lavastroom uit de zijden des bergs nederdaalde. Dit alles ging vergezeld van een verschrikkelijk geluid, hetwelk den sterksten donder in hevigheid overtrof. De aarde beefde; de huizen waggelden op hunne grondvesten; terwijl het onophoudelijk aanslaan der klokken den angst der ingezetenen ten top dreef. — Tot dusverre was de krater zelf nog werkeloos gebleven; eerst den volgenden dag begon deze zijnen vernielenden inhoud uit te braken. Verschillende stroomen van lava vloeiden naar beneden, waarvan de eene een geheel bosch verbrandde, en de andere zijne rigting nam naar de stad *Torre del Greco*, die gedeeltelijk er door verwoest werd; waarop hij zich in de zee ontlastte, en aldaar een schiereiland vormde van 1204 voet breedte en 600 voet lengte, hetwelk 12 voet boven de oppervlakte der zee uitstak. Men berekent, dat de hoeveelheid lava, die in de zee gestort was, omtrent 18 millioenen kubieke voeten bedroeg. Twee dagen na deze uitbarsting vond een Engelsch Zeekapitein, op 300 voet afstands van de plaats, waar de lava in zee gevallen was, het water zoo heet, dat het pek in de naden van zijne boot begon te smelten.

Van den *Etna* op het eiland *Sicilië* en den *Hekla* op het eiland *IJsland* (zijnde deze, met den *Vesuvius*, de voornaamste Vulkanen van *Europa*) zou ik u dergelijke verschrikkelijke tafereelen kunnen mededeelen; maar het aangevoerde zal wel genoegzaam zijn, om u de uitbarstingen

der Vulkanen in al hare vernielende kracht te doen kennen.

De oorzaak van deze vreesselijke Natuurwerkingen is nog niet met zekerheid bekend; waarschijnlijk werken vele omstandigheden zamen, om die daar te stellen. Men vermoedt, en niet zonder grond, dat steenkolen, aluin, zwavel, met metaal- en inzonderheid ijzerdeelen vermengd, die, door water bevochtigd, in het binnenste des bergs eene brandbare lucht vormen, waarbij zeker ook de elektrieke vloeistof eene groote rol speelt, de voornaamste oorzaken zijn, en dat de onreinheden der zee daaraan bestendig nieuw voedsel verschaffen. Dat althans de zee groote gemeenschap met de Vulkanen heeft, blijkt uit onderscheidene opmerkingen. De meeste vuurspuwende bergen toch zijn zeer digt bij de zee gelegen; terwijl men in den omtrek der uitgedoofde Vulkanen, die alle van de zee verwijderd zijn, menigvuldige versteeningen van zeedieren vindt, die het dus waarschijnlijk maken, dat zij vroeger in de nabijheid der zee lagen, en, door hevige Natuurwerkingen daarvan verwijderd, opgehouden hebben Vulkanisch te zijn. — Bij vele uitbarstingen van den *Hekla*, op *IJsland*, wierp die berg eene groote hoeveelheid water uit, hetwelk zooveel zout bevatte, dat men er verscheidene paarden mede bevrachtte. Ook heeft men opgemerkt, dat bij de uitbarstingen van den *Vesuvius* veel meer visschen bij de nabijgelegene kust zijn, dan op andere tijden. — Volgens de meening van sommigen, zou dit veroorzaakt worden, doordien die berg, langs onderaardsche kanalen, veel zeewater tot zich neemt, hetwelk eenen stroom veroorzaakt, dien de visschen volgen, of waarmede zij voortgesleept worden. — Toen men eenmaal op een Engelsch linieschip het anker wilde ligten, vond men het zoo heet, dat de matrozen het naauwelijks konden aanraken. Het is buiten tegenspraak, dat ook de veranderingen in den dampkring op de werking der Vulkanen eenen belangrijken invloed hebben. Immers getuigt daarvan het voorgevoel, dat vele dieren hebben van eene naderende uitbarsting. De vogelen vliegen met zigtbaren angst heen en weder; paarden, rundvee en muilezels geven door trappen en brullen hunne

onrust te kennen; terwijl de honden met vreesachtige blikken heen en weder loopen en een angstig gehuil aanheffen. Zelfs vele menschen gevoelen bij eene ophanden zijnde Vulkanische werking eene zekere aandoenlijkheid en angst, volkomen overeenstemmende met datgene, wat sommigen bij een naderend onweder ontwaren.

Behalve de reeds zoo verschrikkelijke uitwerking der Vulkanen, is er nog eene andere, die in hare gevolgen dikwijls niet minder vreesselijk is, te weten de *aardbevingen.* — Dat deze werkelijk met de Vulkanen in een naauw verband staan, blijkt onder andere daaruit, dat zij bijna met iedere uitbarsting gepaard gaan. Sedert het jaar 1169 heeft men op het eiland *Sicilië* even zoovele aardbevingen als ontbrandingen van den *Etna* gehad.

Wanneer de in het binnenste des bergs opgehoopte stoffen, om mij zoo eens uit te drukken, rijp geworden zijn voor eene uitbarsting, dan wordt de groote hoeveelheid water, die zich er onder bevindt, door de hitte als in damp veranderd. In dezen dampvormigen staat heeft het water veel meer ruimte noodig dan vroeger; deze meerdere ruimte tracht het zich te verschaffen; waartoe het eene verbazende kracht kan aanwenden, zoo als onder andere uit onze stoomvaartuigen blijkt. Vinden deze dampen nu, bij hunne poging om zich in de buitenlucht de noodige uitzetting te bezorgen, eenen tegenstand, die sterk genoeg is om hunne kracht te wederstaan, dan blijft het enkel bij een pogen, om uit hunnen kerker te geraken, en zietdaar den oorsprong der aardbevingen of aardschuddingen. Daar nu die dampen zich naar boven den noodigen doorgang niet kunnen verschaffen, zoo breiden zij zich zijdelings uit naar andere holligheden, en brengen dus te weeg, dat de aardbevingen somtijds in zoovele Landen bijna te gelijker tijd gevoeld worden. Vinden zij hier of daar eenen uitweg, door minderen tegenstand, dan ontstaan Vulkanische uitbarstingen op plaatsen, waar men die nimmer te voren waarnam, en waar men ze, door den grooten afstand van eigenlijke Vulkanen, ook niet zou verwachten; want door den geschikten uitweg, dien deze dampen alzoo vin-

den, wordt ook de lava, als 't ware, in de gelegenheid gesteld, zich daar te ontlasten.

In deze aardbevingen vinden wij niet minder, dan in de andere Vulkanische uitwerkingen, eene grootsche proeve van de almagt des Opperheers. Geheele Landen worden er door geschud; de zee wordt beroerd; rivieren treden buiten hare oevers, en steden en bergen verzinken. — Van de verschrikkelijke gevolgen der aardbevingen wil ik u een enkel voorbeeld mededeelen.

Op den 1sten November, 1755, deed zich door geheel *Portugal*, en zelfs in eenige aangrenzende Rijken, eene allerhevigste aardbeving gevoelen, welke in weinige minuten de stad *Lissabon*, de Hoofdstad van *Portugal*, in eenen puinhoop veranderde. Deze aardbeving begon des morgens om 9 ure. Van alle zijden zag men in de genoemde stad de huizen instorten, en hare bewoners onder het puin bedelven. Die, welke gelukkig genoeg waren, hunne huizen onbeschadigd te kunnen verlaten, zochten overhaast de poorten der stad te bereiken, ten einde op het open veld eene schuilplaats te vinden; hetgene slechts aan weinigen gelukte. De schrik en de algemeene verwarring, die alom heerschten, laten zich onmogelijk beschrijven. Mannen en vrouwen liepen als verwilderd door de straten, eenige gekleed en andere nog in hun nachtgewaad. Naar welken kant men de oogen wendde, overal zag men niets dan toenemende verwoesting en dreigend doodsgevaar. Hier vond men menschen omvergeworpen door de steeds voortdurende schokken der aardbeving; dáár hoorde men het jammergeschreeuw van ongelukkigen, die in hunne eigene woningen eene prooi der vlammen werden; want daar dit droevig onheil juist voorviel op eenen tijd, dat er in de meeste huizen vuur brandde, werd alles, wat brandbaar was, ontstoken. Vele duizende Geestelijken, die door de plegtigheid van den dag (*Allerheiligen*) in de kerken vergaderd waren, werden, met eene tallooze menigte andere menschen, door het puin der kerken verpletterd. In één woord, de toestand der stad was allerverschrikkelijkst. Men berekent, dat er meer dan 16000 menschen onder de ingestorte huizen en gebouwen bedolven zijn geworden.

Dan deze verwoesting, hoe ontzettend ook, komt nog niet in vergelijking met die, welke door de aardbeving van 1783 in *Calabrië* en te *Messina*, op het eiland *Sicilië*, veroorzaakt werd. Door deze werden meer dan 60000 menschen in weinige oogenblikken uit het leven weggerukt. De geheele, vroeger zoo vruchtbare vlakte, in den omtrek van *Messina*, werd, als 't ware, het onderste boven gekeerd; bergen werden verplaatst; heuvels in vlakten veranderd, en te midden der voormalige vlakten verhieven zich onderscheidene bergen.

Welk een afgrijsselijk tafereel! Misschien zegt gij, hoe is het mogelijk, dat de Alwijze, wiens werken niets dan liefde ademen, zulke verwoestende Natuurkrachten heeft daargesteld? Niet te voorbarig, mijne vrienden! Wij kunnen en moeten ons overtuigd houden, dat alles, wat Gods wijsheid noodig vond op deze Aarde te plaatsen, ook aan zijne oneindige liefde beantwoordt, al is het, dat wij, kortzigtige menschen, dit niet kunnen doorzien. Ten aanzien der Vulkanen zult gij, bij nader inzien, duidelijk bespeuren, dat het gevaar, door hen aangebragt, niet zoo groot is, als het aanvankelijk schijnt, ja, dat zij in vele opzigten als zeer weldadig voor ons zijn aan te merken.

Vooreerst, vallen de gemelde onheilen slechts zeer zeldzaam voor. Dikwijls verloopen er 70, 80 of 100 jaren, zonder dat er bij afzonderlijke Vulkanen eene eigenlijke uitbarsting plaats vindt; en dan nog zijn zij niet altijd van zoo verwoestenden aard. Daarenboven worden de bewoners der vuurspuwende bergen en hunne omstreken, die deze oorden, door de buitengewone vruchtbaarheid van den grond, tot woonplaats kiezen, door de veelvuldige voorafgaande verschijnselen, welke ik u vroeger reeds heb opgegeven, voor het naderend gevaar gewaarschuwd; zoodat zij misschien veel geruster leven en aan minder dadelijk gevaar zijn blootgesteld dan de bewoners van sommige streken uit ons Vaderland, die jaarlijks door overstroomingen en doorbraken van dijken bedreigd, zeer dikwijls de rampzalige gevolgen daarvan ondervinden. Het is waar, daarbij komen zelden veel menschen om, terwijl bij de eerstgenoemde somtijds vele duizenden in weinige oogenblikken eene prooi des doods

worden; maar deze onheilen treffen dan ook zoo zelden, dat zij als bijzonderheden in de Geschiedenis worden opgeteekend.

Behalve dat, leveren de uitgeworpene stoffen zelve belangrijke voordeelen op, aangezien men daaronder groote hoeveelheden zwavel, aluin, gips, zout en andere nuttige voorwerpen aantreft; terwijl tevens door de Vulkanen de Aarde en de zee van vele schadelijke en onreine deelen wordt gezuiverd, en derzelver uitbarstingen mede het evenwigt der lucht verbreken, waardoor er eene strooming in ontstaat, die ons den voor de gezondheid, zoowel als voor tallooze andere zaken, zoo onontbeerlijken wind aanbrengt.

Eindelijk zijn de Vulkanen de oorzaak van de veelvuldige warme bronnen of baden, die tot herstel van verscheidene, anders dikwerf ongeneeslijke, krankheden de weldadigste diensten bewijzen. Ook hier vinden wij dus het kwaad door zeer veel goeds opgewogen, en zouden dit zeker nog overtuigender opmerken, als wij in staat waren, tot alle geheimen der Natuur door te dringen.

Beschouwen wij dus de Vulkanen als schitterende proeven van de Goddelijke Almagt, en houden wij het daarvoor, dat eene naauwkeuriger kennis van dezelve ons de nergens te miskennen goedheid en liefde des Oneindigen, ook hierin, duidelijker zou aantoonen.

TIENDE LEZING.

Over de vlakten.

Nadat ik u, in de vorige beschouwingen van de natuurlijke gesteldheid onzes Aardbols, over eilanden, bergen en Vulkanen heb rondgeleid, zullen wij nu eenen meer effen' weg bewandelen, en ons bepalen bij de vlakten, die wij op de Aarde aantreffen.

Door vlakten verstaat men die gedeelten van onzen Aardbol, welke zich slechts weinig boven de oppervlakte der zee verheffen, en, zonder aanmerkelijke hoogten of laagten,

eene zekere uitgestrektheid gronds beslaan. In den volsten zin des woords zijn er dus slechts weinige vlakten, daar meestal, zoo als wij vroeger reeds zagen, het land in de rigting naar bergachtige streken langzamerhand meer verheven wordt. Zoo vindt men in geheel *Europa* eigenlijk geene vlakte van aanmerkelijke uitgebreidheid, dan de *Ukraine* in het zuidelijk gedeelte van *Rusland.* In *Azië*, *Afrika* en *Amerika* worden zij des te meer aangetroffen. — Men kan de vlakten gevoegelijk onderscheiden in *kustvlakten* en *binnenlandsche vlakten.*

Onder de eerste verstaat men de zoodanige, die in de nabijheid der zee gelegen zijn, en zich zelden ver naar het midden van het vasteland uitstrekken. De grootste vlakten van dien aard vindt men in *Siberië*, en in *Noord-* en *Zuid-Amerika.* In *Europa* behoort er toe de reeds genoemde vlakte in *Zuid-Rusland*, aan de *Zwarte Zee*, alsmede eenige streken van *Duitschland*, aan de *Oostzee*, en ons Vaderland. Vele er van, en daaronder ook een groot gedeelte van onzen geboortegrond, zijn zelfs lager dan de oppervlakte der zee, en moeten dus door zware dijken voor overstroomingen en eenen geheelen ondergang beveiligd worden. Op de meeste plaatsen echter zijn deze vlakten van natuurlijke dijken voorzien. De Goddelijke Wijsheid vormde namelijk uit het fijne zeezand aan de kust meer of minder hooge duinen, als vaste bolwerken tegen het woeden des oceaans. — De meest effene kustvlakte, welke men kent, en die tevens slechts eene geringe verheffing boven de oppervlakte der zee heeft, vindt men in *Zuid-Amerika*, in de nabijheid van *Buenos-Ayres*, aan de *Rio de la Plata.* Onder de talrijke rivieren, die van de omliggende bergen naar deze vlakte stroomen, zijn er slechts vijf of zes, die de zee bereiken. De overige blijven, door de weinige afhelling van den grond, langzamerhand stilstaan en verdroogen. Ofschoon de stad *Buenos-Ayres* aan eene groote rivier gelegen is, kan men er echter in tuinen en op lustplaatsen geene de minste zoogenaamde waterwerken, als fonteinen en watervallen, aanleggen, ten zij men het water der rivier door middel van pompen opvoert.

De grond, waaruit deze vlakten bestaan, is meestal niet

onvruchtbaar, en levert, naar gelang van zijne bestanddeelen, welke nu eens in slib, dan in klei, dan meer in zanddeelen bestaan, verschillende gewassen op. Op sommige plaatsen echter zijn zij door het stilstaande water als doortrokken, en daardoor voor den groei der planten minder gunstig: men noemt zoodanige streken *broek-* of *draslanden* en *moerassen.* Dikwerf zijn zulke drassige oorden de bewaarplaatsen van onschatbare turfveenen. De turfveenen ontstaan in laag gelegene streken (waar zich bestendig in den grond veel vocht verzamelt) door het langzamerhand vergaan van planten. Deze verrotting zich steeds verder uitbreidende, vormt allengs de zoo nuttige turfveenen, die somtijds eene onpeilbare diepte hebben. Niet zelden vindt men er de stammen van geheele bosschen in; hetgene duidelijk aantoont, dat dergelijke plaatsen vroeger vaste grond geweest zijn. Men treft ze veelvuldig ook in ons Vaderland aan, zoodat ik mag vooronderstellen, dat gij er genoegzaam mede bekend zijt. — Met een enkel woord wil ik u echter nog de oorzaak van het ontstaan der zoogenaamde *drijvende* of *zwevende veenen* opgeven. Dikwijls ziet men de oppervlakte van moerassen met eene soort van planten bedekt, welker wortels in elkander hechten; na het vergaan der eerste op nieuws ontkiemen, en daardoor, als 't ware, eene vaste korst vormen. Daar zich onder deze korst niet anders dan water of slijk bevindt, gebeurt het niet zelden, dat zij door sterken regen of hevigen wind wordt losgerukt, en als een zwevend eiland op het water ronddrijft, alswanneer men haar *drijvend veen* noemt. De veengronden vindt men echter niet alleen in lage streken; ook op meer verhevene plaatsen, ja zelfs op de bergen, treft men ze hier en daar aan. Zij zijn waarschijnlijk hunnen oorsprong verschuldigd aan het zoo even genoemde drijvend veen, hetwelk, door overstrooming in groote hoeveelheden aangespoeld, het omliggend land met deszelfs planten en gewassen langzamerhand in veen doet veranderen. Bij de vergane overblijfselen van planten vindt men in de veengronden meer of minder ijzer-oplossingen; waarom ook de meeste minerale wateren hunnen oorsprong in veengronden hebben.

Andere vlakten bestaan grootstendeels uit *klei-* of *leemgrond*. Kleigronden zijn veel fijner, vetter en daardoor ook vruchtbaarder dan losse zandgronden, zoo als men duidelijk kan opmerken in die streken van ons Vaderland, welke uit de eerstgenoemde grondsoort bestaan. De klei levert verder een aanmerkelijk voordeel op door het daaruit vervaardigd wordend aardewerk, steenen, dakpannen, enz. Het leem is eene soort van klei, hetwelk mede belangrijke voordeelen aanbrengt. Vele landlieden gebruiken het, in plaats van kalk, tot het metselen van de kosthare muren, en vooral tot het aanleggen van harde dorschvloeren. De zandgrond, welke andere streken van het vlakke land vervult, bestaat uit kleine en groote korrels droog zand; zonder bemesting brengt deze grond bijna niets anders voort dan *heide*. Dat ook dit voortbrengsel niet geheel en al nutteloos is, weet gij; immers gebruikt men de heide tot voeding voor de schapen, tot mest- en brandstof, enz. — Ook laat zich de heidegrond, met eenige moeite, in vruchtbaar bouw- en boschland herscheppen, waarvan men in sommige gewesten van ons Vaderland de overtuigendste bewijzen ziet. Het fijne zand der zandgronden wordt op het drooge land *stuifzand* en in het water *drijfzand* genoemd. Het eerste vormt die beweegbare zandhoopen, welke men ook op enkele plaatsen in ons Vaderland aantreft, en die, door den wind voortgedreven, aan den landbouw dikwijls zeer nadeelig zijn. Hoofdzakelijk echter behoort het stuifzand in de woestijnen van *Afrika* te huis. Door het drijfzand van het water ontstaan de duinen, als ook de zandbanken en ondiepten in zeeën en rivieren.

Veel uitgebreider, dan de boven omschrevene kustvlakten, zijn de *binnenlandsche vlakten*. Tot haar behooren de zoogenoemde zandwoestijnen. Men treft ze menigvuldig aan in *Afrika* en in sommige gedeelten van *Azië*. Gij zult u de verbazende uitgebreidheid dezer woestijnen kunnen voorstellen, als ik u zeg, dat alleen de *Woestijn van Sahara*, in *Afrika*, op 50000 vierkante mijlen geschat wordt, dat is ruim 180 maal zoo groot als het tegenwoordige *Koningrijk der Nederlanden*. In deze woestijnen, die alle in of bij de verzengde luchtstreek gelegen zijn, ontdekt het oog

niets dan eene grenzenlooze zandzee, en is de hitte, die door het glinsterende zand bestendig wordt teruggekaatst, zoo sterk, dat planten noch dieren er in kunnen bestaan. Door de, over het algemeen, volkomen effene vlakte, vindt men bijna nergens eene belangrijke zamenvloeijing van water, daar de beken en rivieren, die van de omliggende bergen afstroomen, zich spoedig in het zand verliezen en verdroogen; terwijl het reizen door deze zandzeeën nog zeer bezwaard wordt door de wolken van stuifzand, die, als de baren der zee, door den wind voortgestuwd, eenen onvermijdelijken dood aanbrengen aan de ongelukkigen, die zich op derzelver weg bevinden. Hierbij komt nog de reeds vroeger vermelde verschrikkelijke uitwerking van den *samum*, een' wind, die zeer menigvuldig in deze streken waait. Als deze opsteekt, wordt de helderste hemel somber en bedekt, terwijl de zon, door de groote menigte stuifzand, dat die wind medevoert, eene bloedroode kleur aanneemt.

En niettegenstaande al die bezwaren, hebben het echter vele Reizigers, uit liefde voor de wetenschappen, of om andere redenen, gewaagd, deze woestijnen door te trekken. Dergelijke togten worden ondernomen in groote gezelschappen, welke men *karavanen* noemt. Levensvoorraad, inzonderheid water, wordt door kameelen gedragen, zijnde dit het eenige lastdier, dat bestand is tegen de bezwaren van zoodanige togten. Geen ander dier kan zoo lang voedsel, en vooral water, ontberen als de kameel: hij kan, beter dan eenig ander dier, de brandende hitte dezer zandwoestijnen verduren, en de platte, breede vorm zijner pooten verhindert hem, bij het gaan, diep in het gulle zand te zakken; te regt noemen dus de Arabieren den kameel *het schip der woestijn*.

In weêrwil van al deze voorzorgen en hulpmiddelen, zou echter het reizen door deze zandzeeën bijna onmogelijk worden, indien men niet van tijd tot tijd enkele vruchtbare en van water voorziene plekken aantrof, welke verblijdende plaatsen *oasen* genoemd worden. Zij zijn dikwijls verscheidene mijlen groot, en bieden aan de karavanen eene hoogst gewenschte en onontbeerlijke verpoozing aan van de doorgestane vermoeijenissen. Op deze *oasen*, die men als eilan-

den in den uitgebreiden zand-oceaan kan aanmerken, vindt men somtijds geheele volkstammen bij elkander wonen; zelfs zijn er eenige, op welke men steden en dorpen aantreft. Het stuifzand doet evenwel de *oasen* langzamerhand in uitgebreidheid verminderen, zoodat vele bij de Ouden bekende *oasen*, op welke zij tempelgebouwen en andere kunstgewrochten gesticht hadden, thans reeds geheel onder het stuifzand bedolven zijn. Op enkele plaatsen der zandwoestijnen gelukt het, na lang en moeijelijk graven, op zekere diepte water te vinden. Met de grootste zorgvuldigheid wordt alsdan zoodanige bron met kameelbeenderen of andere vaste ligchamen ommetseld en met kameelhuiden bedekt, ten einde het instorten voor te komen, en te verhinderen, dat de wind ze met zand verstoppe. Van hoe groot belang deze *oasen* en enkele bronnen zijn, zal u uit de volgende daadzaak blijken. In het jaar 1805 kwam eene geheele karavaan van 2000 menschen en 1800 kameelen op de ellendigste wijze van dorst om, dewijl op eene der *oasen*, die anders den Reizigers tot rustplaats verstrekte, de bronnen verdroogd of verstopt waren.

En nu vraagt gij misschien: met welk doel zijn toch die uitgestrekte onvruchtbare vlakten, die de uitbreiding en onderlinge gemeenschap van het menschdom verhinderen, daargesteld? Waarom vindt men niet liever vruchtbaar land, doorsneden met beken en rivieren, in hare plaats? Maar, mijne vrienden! gebrek aan vruchtbaar land is er op Aarde nog niet, zoo als ik vroeger reeds aanmerkte; en hoe doelloos deze zandwoestijnen ook schijnen mogen, spoedig zult gij haar als toonbeelden der Goddelijke wijsheid en liefde erkennen.

Alvorens u dit aan te toonen, wil ik u eerst de hoogst merkwaardige ligging der zandwoestijnen doen opmerken. De straks vermelde *Woestijn van Sahara* begint bij de westelijke zijde van *Afrika*, en loopt dwars door dit werelddeel heen. Aan deze woestijn grenst die van *Nubië* (een Land onder *Egypte* gelegen), welke voortloopt tot aan de *Roode Zee*. Aan de overzijde daarvan ontmoet men de *Woestijn van Arabië*, die zich uitstrekt tot aan de *Perzische Golf*. Dien zeeboezem overstekende, treft men in *Indië* weder aan-

merkelijke zandwoestijnen aan, die, hoewel somtijds afgebroken door vruchtbare vlakten, eerst aan de oostkust van *China* eindigen. — Wanneer gij nu deze ligging op eene Wereldkaart nagaat, en daarmede de vroeger reeds opgegevene aaneenschakeling van sommige hoofdgebergten vergelijkt, zult gij bevinden, dat beide, bergen en zandwoestijnen, in eene bijna evenwijdige rigting voortloopen. Waartoe die overeenkomst? Alleen om een wijs en liefderijk doel des Oneindigen te bevorderen. Zoo als gij u herinneren zult, zijn de toppen van de meeste dier bergen met altijddurend ijs en sneeuw bedekt. De kracht der zonnestralen in die Landen is niet volkomen toereikend, om dit te doen smelten, en het stond dus te vreezen, dat, zonder ander hulpmiddel, de koude in de noordelijke Landen bestendig zou toenemen, en bronnen en rivieren zouden opdroogen. Dit hulpmiddel nu zijn de zandwoestijnen. Ik heb u reeds gezegd, dat de hitte aldaar dikwijls tot zulk een' hoogen graad stijgt, dat zij voor mensch en dier doodelijk wordt; en juist zulk eene sterke hitte werd er vereischt, om, door den zuidewind, die, op bepaalde tijden des jaars, tusschen de keerkringen bestendig waait, naar de noordelijk gelegene bergen voortgestuwd, het ijs en sneeuw te doen smelten, ja, wat meer zegt, om door te dringen tot het koude noorden, en daar de zeeën te ontdooijen, waardoor de *Noord-* en *Oostzee* eene vrije gemeenschap tusschen de handeldrijvende volken daarstellen.

De buitengewone hitte dezer zuidewinden wordt evenwel door sommige bergen getemperd. En ook dit is eene liefderijke beschikking der Voorzienigheid. Immers zou het ligt kunnen gebeuren, dat met die hitte ook de stiklucht van den *samum* naar meer volkrijke oorden werd overgebragt. Om het menschdom daartegen te beveiligen, plaatste de Alwijze op den weg, dien deze wind moet afleggen, verkoelende zeeën en bergen van de tweede soort, dat wil zeggen, niet al te hooge, opdat de wind niet geheel in zijne vaart gestuit werd, maar toch hoog genoeg, om door hunne frissche lucht de al te sterke hitte van dien wind te matigen en zijne doodelijke uitwerkselen voor te komen. Zoo moet de zuidewind uit de zandwoestijnen van *Afrika*,

om in *Europa* zijnen weldadigen invloed te verspreiden, eerst gaan over het gebergte *Atlas*, dat, zoo als gij weet, dwars door het noordelijk gedeelte van *Afrika* loopt, en daarna over de *Middellandsche Zee*. De *Perzische Golf* en het gebergte *Libanon*, in *Klein-Azië*, benemen aan de winden uit de Arabische woestijnen, en het gebergte *Gales* aan die uit *Indië* hunne nadeelige eigenschappen. — Aan de zuidelijke zijde dezer zandwoestijnen waren zoodanige bolwerken niet zoo zeer noodig, omdat het vasteland zich in die rigting niet zoo ver uitstrekt, en men aldaar meestal eilanden vindt, die door uitgestrekte zeeën genoegzaam beveiligd zijn tegen al het schadelijke van deze winden. De vrij talrijke bewoners van het zuidelijk *Afrika* zijn door het *Sneeuw-* en *Maan-Gebergte* tegen gevaar van dien aard gewaarborgd.

Hoe veelomvattend en liefdevol komt ons, dit overwegende, de schepping van den Oneindige niet voor! Wie waagt het na dit alles te twijfelen aan zijne altijd wakende en zorgende Voorzienigheid? Schijnbaar zonder orde of regelmaat geplaatste bergen en zeeën werken met uitgestrekte onvruchtbare zandwoestijnen zamen tot het geluk van ons menschen! Dat wij dit dikwijls bedenken, en zooveel liefde met wederliefde vergelden!

Veel minder onvruchtbaar dan de dorre zandwoestijnen zijn de zoogenaamde *steppen*. Men verstaat onder dezen naam uitgestrekte vlakten, die, hoewel niet geheel onvruchtbaar, echter geen houtgewas of bouwland, maar hoofdzakelijk alleen gras opleveren. — In *Europeesch Rusland* en het aanliggende gedeelte van *Azië* vindt men vele en zeer groote *steppen*. Zoo is de geheele vlakte tusschen de *Zwarte-* en *Kaspische Zeeën*, tot aan de veel noordelijker gelegene Russische provinciën *Orenburg* en *Kasan*, ééne *steppe*. Door de woestheid van den grond en het gebrek aan rivieren en water, zijn de *steppen* weinig bewoond; men ontmoet er slechts eenige zwervende volken, die in tenten leven en alleen van veeteelt bestaan. Men vindt er hazen, wilde bokken, verscheidene soorten van vogels, alsmede vele zoutbronnen en zoutmeren in.

Hiermede, mijne vrienden! zullen wij afscheid nemen van

het land, om in een paar volgende lezingen het water, dat zich op onzen Aardbol bevindt, nader te beschouwen.

ELFDE LEZING.

Over de zee.

Bij eene vorige gelegenheid heb ik u reeds gezegd, dat er drie vierde gedeelten water, tegen één vierde deel land, op onzen Aardbol is. Verreweg de grootste hoeveelheid van dit water noemen wij *zee*, en verstaan onder dezen gemeenschappelijken naam die groote vereeniging van zout water, welke van alle kanten het vasteland bespoelt. — Aan sommige gedeelten der zee heeft men bijzondere namen gegeven: zoo noemt men een' bogtigen inloop er van in het land *golf* of *baai*, en eene smalle strook, die tusschen twee digt bij elkander liggende landen heenvloeit, *zeeëngte* of *straat*.

De meerdere uitgebreidheid der zee heb ik u vroeger reeds als zeer heilzaam voor de bewoners der Aarde doen kennen; waarom ik er nu nog maar alleen van wil zeggen, dat zij, bij al hare reeds genoemde voordeelen, ook nog tot woonplaats dient aan tallooze dieren, en men er eene menigte gewassen en andere dingen in aantreft, waarvan de mensch de grootste voordeelen trekt. De bodem der zee is, over het geheel, even ongelijk als de oppervlakte van het vasteland, waardoor hare diepte zeer verschillend is. In het *Kanaal*, of de *Straat van Calais*, tusschen *Frankrijk* en *Engeland*, vond men op zekere hoogte eene diepte van 30 vademen, terwijl niet meer dan ééne scheepslengte van daar 100 vademen water stond. Onder den evenaar is de zee, over het algemeen, het diepste; er zijn aldaar plaatsen, waar men op 250 vademen nog geen' grond heeft. Niet alleen in gedaante, ook in bestanddeelen, komt de bodem van de zee met de oppervlakte der Aarde overeen. Hier vindt

men klei- en moerasgronden; daar verschillende zandgronden; elders is hij bedekt met zeegras en zeeplanten; terwijl men op andere plaatsen uitgestrekte beddingen van schelpen, schelpdieren en steenen aantreft. In de nabijheid van *Marseille*, eene stad in het zuidelijk gedeelte van *Frankrijk*, vindt men op den bodem der zee lagen van het schoonste marmer. De rotsachtige oneffenheden van den bodem verheffen zich dikwerf tot aan en boven de oppervlakte der zee; in het laatste geval noemt men ze *klippen*, in het eerste *blinde klippen*. Zij liggen meestal in de nabijheid van het vasteland of van de eilanden, waar zij, door de kracht der golven te breken, de kusten beveiligen tegen de schadelijke gevolgen der golfslagen; slechts zelden vindt men klippen in volle zee.

Men verdeelt de zee, in het algemeen, of den oceaan, in verschillende hoofdzeeën, die echter alle met elkander in verband staan, zoodat er, als 't ware, slechts één zee is.

Het zeewater onderscheidt zich van bron- of rivierwater door een' bitteren en walgelijken smaak, met vele zoutdeelen vermengd. Van waar dit zout der zee zijn' oorsprong ontleent, kan met geene genoegzame zekerheid bepaald worden. Eenigen zijn van gevoelen, dat de zee, bij hare wording, door den Schepper met deze zoutdeelen bezwangerd is; anderen nemen uitgestrekte zoutbanken, zoutbodems of zoutrotsen aan; velen zoeken de verklaring dezer eigenschap in andere oorzaken: voldoende zekerheid is er echter voor geene dezer onderstellingen; doch wat ook de wezenlijke oorzaak hiervan zijn moge, het zeewater is zout. De nuttigheid, die dit bestanddeel aan het zeewater en daardoor algemeen aanbrengt, is gemakkelijker aan te toonen.

Daar de uitgebreidheid van de zee die van het vasteland zoo ver overtreft, en men nergens een' droppel water, evenmin als eene korrel zand kan ontdekken, welke, door het vergrootglas beschouwd, niet tot woonplaats dient voor eene menigte diertjes, zoo volgt uit de meerdere grootte der zee ook een grooter aantal bewoners van dezelve. Die tallooze menigte schepselen nu, hebben, door hunnen bijzonderen aard, de zoute hoedanigheid van het zeewater volstrekt noodig tot hun levensonderhoud; zoo als men duidelijk zien kan

aan alle zeevisschen, welke, in zoet water overgebragt, spoedig sterven. Ten andere verkrijgen daardoor de Landen, aan de kusten gelegen, op de gemakkelijkste wijze, het onmisbare, bederfwerende en de spijsvertering bevorderende keukenzout. — Daar zout water minder spoedig bevriest dan het zoete, zoo wordt ook de bevriezing van de oppervlakte der zeeën daardoor tegengehouden.

Vele Natuurkundigen waren vroeger van gevoelen, dat de zoutheid van het zeewater ook dienstig was, om bederf en verrotting van allerlei vergane planten en gestorven dieren te voorkomen. Dit gevoelen is echter door latere voldingend wederlegd, daar eene groote menigte zout wel het bederf en de verrotting tegengaat, maar eene geringe hoeveelheid de ontbinding en vertering bevordert. Dewijl nu het zeewater niet zout genoeg is, om de verrotting te voorkomen, hetgene uit het bederf, waaraan stilstaand zeewater zelf is blootgesteld, duidelijk blijkt, zoo moet het de ontbinding in de hand werken.

Eindelijk heeft het zeewater, door zijne zoutheid, eene meerdere eigendommelijke zwaarte dan zoet water. Door eigendommelijke zwaarte van het zeewater verstaat men de betrekkelijk meerdere digtheid van het zeewater, boven die van het zoet water. Wanneer men, bij voorbeeld, eene gelijke hoeveelheid zout- en zoet water neemt, dan zullen enkele ligchamen op het eerste blijven drijven, die in het laatste terstond zinken. Hierdoor kunnen, tot groot voordeel voor den Koophandel, de zeeschepen veel zwaarder beladen worden dan die, welke de zoete binnenwateren bevaren.

Maar van waar komt het nu, dat de zee, door de verbazende hoeveelheid zoet water, die de menigte rivieren haar onophoudelijk toevoeren, niet langzamerhand minder zout wordt? Wanneer men overweegt, dat alleen de *Rivier der Amazonen*, in *Zuid-Amerika*, de zee 18 mijlen ver zoet maakt, dan zou deze zoetheid zich toch eenigzins aan de geheele uitgebreidheid der zee moeten mededeelen, en echter ziet men dit niet gebeuren. De wijsheid van den Almagtige straalt in de herstelling van dit schijnbaar verbroken evenwigt weder luisterrijk door. Dagelijks toch trekken uit de zee millioenen tonnen waters op, welke zich in den

dampkring tot wolken vereenigen en, als vruchtbaarmakende regen of sneeuw, weder op het Aardrijk nedervallen, daardoor aan de rivieren nieuw voedsel verschaffen en dus een onafgebroken evenwigt daarstellen, omdat in de zee alleen de waterdeelen uitwasemen en de zoutdeelen, als minder vlugtig zijnde, terugblijven.

Deze zoutachtig bittere smaak maakt het zeewater ondrinkbaar. Herhaalde malen heeft men beproefd, den walgelijken smaak van het zeewater af te nemen, hetgene dan ook eindelijk gelukt is; echter is het werktuig, dat men daartoe bezigt, te kostbaar, en de hoeveelheid drinkbaar water, welke men er door verkrijgt, te gering, naar evenredigheid van den tijd, die er toe vereischt wordt, om van dit middel algemeen gebruik te maken (*). In den natuurlijken staat wordt het zeewater met vrucht gebruikt, tot genezing van velerlei ongesteldheden; terwijl de zeebaden mede, in vele gevallen, eene heilzame uitwerking hebben.

De kleur van het zeewater is gewoonlijk blaauwachtig groen, welke kleur evenwel naar de gesteldheid der lucht verandert. Zoo schijnt de zee, bij een' bewolkten hemel, troebel en graauw. Opkomende stormen worden aangeduid door eene eigenaardig graauwe kleur der golven, en gevaarlijke ondiepten door een bijzonder grijsgroen. De kleuren, welke sommige gedeelten der zee van andere onderscheiden, ontstaan meestal uit die des bodems. Op vele plaatsen namelijk, vooral in de heete luchtstreek, is het zeewater zeer helder en doorschijnend, zoodat men dikwijls, tot op eene diepte van meer dan 60 voeten, duizenderlei zeegedierten, visschen en schelpdiertjes ziet bewegen en ontelbare zeeplanten opmerkt. Wanneer men in eene sloep over dergelijke plaatsen vaart, is het, alsof men zich op een vloeibaar kristal beweegt, en men verbeeldt zich in de lucht te zweven. Door deze helderheid nu, vertoont de oppervlakte van de zee dezelfde kleur, die de bodem heeft. — Somtijds ook schijnen enkele plaatsen der zee bloedrood of bruin, hetgene veroorzaakt wordt door roodachtige wormen en schelpdieren.

(*) Sedert heeft men weder verbetering van het bedoelde werktuig uitgevonden, die meer en meer het doel doet naderen.

Gij ziet dus, dat de kleurveranderingen der zee niet in het water zelf, maar in bijkomende omstandigheden moeten gezocht worden. — Geven deze kleurveranderingen bij dag eenige afwisseling aan het eenzelvige eener lange zeereis, nog veel prachtiger is het verschijnsel, dat zich dikwerf bij nacht aan den zeeman vertoont, en hetwelk men *lichten* of *schitteren* der zee noemt. De geheele oppervlakte der zee schittert, als ware zij verlicht door duizende glinsterende lichtjes. Bij iedere beweging van het schip is het, alsof vele roodachtige vlammen gelijk bliksemstralen van onder de kiel opschieten; in één woord, dit lichten van den oceaan levert een allerprachtigst Natuurverschijnsel op, en boezemt eerbied, zoowel als verbazing in.

Men onderscheidt dit lichten in driederlei soort. De eerste soort heeft men in alle oorden der zee waargenomen. Zij vertoont zich, wanneer men bij nacht met sterken wind zeilt; het zoogenaamde *zog* of *kielwater*, zijnde de stroom, dien een varend schip achter zich laat, schittert met een' helderen glans, welke zich echter alleen bij dit zogwater bepaalt. Deze zeeverlichting heeft meest altijd plaats, wanneer men stormachtig en onbestendig weder te wachten heeft. Ook schijnt de noordewind voor dit verschijnsel bevorderlijk, de zuidewind en vochtig weder daarentegen minder gunstig te zijn. Vele Natuurkundigen zoeken de oorzaak dier verlichting uit de werking der elektriciteit te verklaren; volgens hen, zou de wrijving van het schip op het water elektrieke vonken doen ontstaan, die deze verlichting te weeg brengen; geheel van grond ontbloot is deze verklaring wel niet; echter zijn er vrij wat bedenkingen tegen te maken, waarmede ik u intusschen niet wil ophouden, daar men tot nog toe voor dit verschijnsel geen' stelligen grond heeft kunnen opsporen.

De tweede soort van zeeverlichting merkt men alleen in de warme luchtstreek op, na windstilte, heet weder en bij kleine golfslagen. Het geheele uitgestrekte pekelveld schijnt alsdan in brand te staan, welke in de nabijheid der schepen het meest schittert, omdat de beweging des waters aldaar het sterkst is. Wanneer men een vat met zulk water vult, en het stil laat staan, houdt het lichten op; zoodra men

het echter roert, of op eene andere wijze beweegt, begint het op nieuws te schitteren. — De oorzaak van dit verschijnsel schrijft men toe aan phosphorachtige stoffen, welke, zoo als ons de Scheikunde leert, uit de verrotting van dierlijke en plantaardige zelfstandigheden, met brandbare ligchamen vereenigd, ontstaan. Deze bestanddeelen van den phosphorus levert de zee in menigte op. De phosphorus nu, heeft de eigenschap van in het donker te lichten, zoodat deze verklaring zeer aannemelijk is. Dat dit verschijnsel alleen in of nabij de heete luchtstreek gezien wordt, komt misschien door de bijzondere geschiktheid tot daarstelling van den phosphorus, van de aldaar zijnde zeedieren en zeegewassen.

Nog uitgebreider dan deze tweede soort van verlichting vertoont zich de derde, welke zich niet alleen bij de oppervlakte des waters bepaalt, maar zich ook tot in de diepte uitstrekt, zoodat men bij nacht onder water voorwerpen onderscheiden kan, welke insgelijks verlicht schijnen te zijn. Visschen ziet men heen en weder zwemmen, het schip naderen of zich er van verwijderen, vriendschappelijk met elkander vereenigd, of met de snelheid van een' afgeschoten' pijl voor eenen gevreesden vijand vlugten. Wanneer men zoodanig verlicht water in een vat schept, schijnt het licht uit eene tallooze menigte puntjes te ontstaan, die men bij nadere beschouwing voor diertjes erkent. Dat werkelijk deze diertjes dit licht veroorzaken, blijkt ten duidelijkste daaruit, dat het water zijn' glans verliest, wanneer men het door zoogenaamd filtreer- of vloeipapier zijgt; terwijl dit laatste verlicht wordt, omdat de diertjes er op zijn achtergebleven.

Daar het zeewater eene doorschijnende zelfstandigheid is, kunnen de zonnestralen er door heendringen, en wel te meer, naar mate het water meer zuiver en helder is. Door den tegenstand echter van een zoo zwaar ligchaam, als het zeewater is, verliezen de zonnestralen spoedig hun vermogen, om warmte op te wekken, zoodat het zeewater op eene aanmerkelijke diepte veel minder warmte heeft dan aan de oppervlakte. Deze oppervlakte heeft evenwel altijd nog minder warmte dan de dampkringslucht. De meerdere opwekking van warmtestof wordt voornamelijk daargesteld door de terugkaatsing van het zonnelicht door de oppervlakte der

Aarde; welke terugkaatsing wel op de aarde, maar niet in het water kan plaats hebben, daar het laatste de lichtstralen doorlaat. Dat werkelijk de warmtegraad (*temperatuur*) van het zeewater op aanmerkelijke diepte minder is dan aan de oppervlakte, heeft de beroemde Zeereiziger en Natuurkundige FORSTER overtuigend aangetoond. Tot het bepalen van den warmtegraad, bedient men zich van een werktuig, *thermometer* genoemd, dat u allen zeker bekend is. Zoodanigen thermometer nu, plaatste FORSTER in een' blikken koker, welke derwijze was ingerigt, dat die bij het zinken het water doorliet, maar bij het optrekken zich zelven naauwkeurig sloot. Hierdoor kreeg hij het water van verschillende diepte, en vond hij de waarheid der bovenstaande opmerking volkomen bevestigd, met uitzondering van eenige weinige plaatsen, waar Vulkanische of andere Natuurkrachten hierin eenige verandering maakten.

Zijn de deelen aan de oppervlakte des waters het warmst, zoo verliezen zij ook het eerst hunne warmtestof, en gaan bij toenemende koude het eerst tot bevriezing over. Daar echter de zee, gelijk wij reeds vroeger zagen, vele zoutdeelen bevat, zoo geschiedt de bevriezing niet dan bij groote koude. Eigenlijk kan alleen het zoete water bevriezen, zoodat de zoutdeelen zich eerst van het zeewater moeten afscheiden, alvorens de bevriezing kan plaats hebben. Hierdoor ontstaan eerst kleinere stukken, die zich vervolgens aan elkander hechten en de onbewegelijke ijsvelden vormen, welke men in de poolzeeën, gedurende het grootste gedeelte van het jaar, aantreft. Uit deze ontstaan, door de opeenstapeling van, door stormen, losgerukte ijsschollen, de zoogenaamde *ijsbanken* of *ijsbergen;* worden deze schollen in kleine stukken losgescheurd en van andere verwijderd, dan noemt men ze *drijfijs*. De reeds genoemde FORSTER zag, op zijne reis door de *IJszee*, een' ijsberg van 4000 voet lengte, 400 voet breedte en 200 voet hoogte. — Het drijfijs zakt somtijds tot ver in de gematigde luchtstreek, naar den evenaar toe. Daar het zeeijs, zoo als ik gezegd heb, alleen uit zoetwaterdeelen bestaat, zoo zijn de stukken drijfijs dikwijls van groot belang voor de zeevarenden, om zich, door smelting, het zoo onontbeerlijke drinkwater te verschaffen.

Na u aldus met den aard en de eigenschappen van het zeewater eenigzins bekend gemaakt te hebben, willen wij nu de beweging er van, met hare heilzame gevolgen, wat nader beschouwen. De hoofdoorzaken van de beweging der zee zijn, vooreerst, de winden; ten tweede, de omdraaijing der Aarde, en ten derde, de aantrekkingskracht van de maan en de zon.

De eerste beweging, door den wind veroorzaakt, bestaat in de kort op elkander volgende rijzing en daling van het water, bekend onder den naam van *golvende beweging*. Ieder weet, dat, als men een' steen, of eenig ander ligchaam, in het water werpt, daardoor eene kringvormige beweging ontstaat; rondom die opening, welke het vallend ligchaam vormt, verheft zich het water, en valt aan de andere zijde weêr neder, waardoor eene nieuwe verdieping en gevolgelijk eene nieuwe verheffing ontstaat, die nogmaals nedervalt, en, hoewel flaauwer, hetzelfde verschijnsel daarstelt. Op dezelfde wijze nu ontstaan ook de golven. — Wanneer de wind, op het water stuitende, het, als 't ware, doet wegschuiven, dan wordt op deszelfs waterpasse oppervlakte het evenwigt verbroken, hetwelk zich door de zwaarte van het water tracht te herstellen, doch, bij eene voortgezette werking van den wind, eene nieuwe verheffing ondergaat, die bij toenemende kracht er van grooter wordt. Deze vergrooting der golven heeft echter ook hare grenzen. De hevigste storm woelt de zee niet meer dan 15 voet diep op. In de *Middellandsche Zee* stijgen de golven slechts tot 8, in de *Bothnische Golf*, die met de *Oostzee* tusschen *Zweden* en *Rusland* in verband staat, tot 10 voet hoogte. De grootste hoogte van den golfslag is over het algemeen 12 voet boven den gewonen stand des waters, hetgene met de 12 voet diepte van de golf te zamen 24 voet bedraagt. Het schijnt vreemd, dat bij aanhoudenden sterken stormwind de golven minder hoog gaan, en echter is dit zoo; ook laat zich dit verschijnsel gemakkelijk verklaren, doordien juist de buitengewone kracht van den stormwind de verheffing der zee tegengaat. Hierdoor wordt het dan ook duidelijk, dat, na eenen plotseling opgehouden' storm, de golven zooveel verschrikkelijker voor

de zeelieden worden; zij noemen dit *holle zee*. De baren, welker verheffing vroeger door den storm was tegengegaan, hebben nu deze kluisters afgeschud, en volgen, zonder anderen tegenstand, dan dien van hare eigene zwaarte, de opwaarts gaande beweging, welke zij door den storm verkregen, terwijl het schip door windstilte geheel aan hare willekeur is overgegeven. In ondiepe zeeën zijn de golven kort en smal en daardoor meer gevaarlijk dan op grootere diepte, waar het water overal vrij kan wegvloeijen, en dus de werking van den wind op de golven zelve meer krachteloos maakt. De beweging, welke de zee door de golven verkrijgt, strekt zich, hoe sterk de wind ook zijn moge, tot geene aanmerkelijke diepte uit. Menschen, die zich in eene zoogenaamde duikelaarsklok (een werktuig, dat even als een omgekeerd bierglas in het water zakt, en waarvan de in hetzelve aanwezige lucht het indringen van het water verhindert) naar beneden laten zakken, berigten, dat men op 15 voet diepte geene de minste beweging bespeurt; waarom ook de Oostindische parelvisschers geene zwarigheid maken, hunnen arbeid op den bodem der zee te verrigten, wanneer men met geen schip den oever durft verlaten.

De gevaarlijkste golving is die, welke men *branding* noemt; deze ontstaat uit het onstuimig aandruischen en breken der golven tegen steile en klipachtige kusten, of ook tegen harde zandbanken in de zee of langs het strand. De kracht der brandingen wordt eigenlijk veroorzaakt, doordien eenige golven zoo op elkander volgen, dat de tweede de eerste inhaalt, versterkt en verhoogt; de derde weder tegen de beide vorige aandrijft, en zoo vervolgens, totdat de geheele massa water groot en zwaar genoeg is, om de volgende golven terug te drijven; dikwerf stijgt het water bij eene branding tot 20, ja tot 50 voet hoogte. Door de geweldige terugstrooming der golven ontstaat een gedruisch, dat dikwijls verscheidene mijlen ver landwaarts gehoord wordt. Zeer opmerkelijk is het, dat de brandingen niet van den wind schijnen af te hangen, maar menigmaal eene juist tegenovergestelde rigting hebben; dat de branding veeltijds zeer sterk is, als de wind naauwelijks gevoeld wordt, en dat, hoewel het water, bij het rijzen der branding, zich

zeer snel naar den oever beweegt, nogtans eenig ligt voorwerp, op het water geworpen, niet derwaarts mededrijft, maar zich van den wal schijnt te verwijderen. Al deze tegenstrijdige verschijnselen maken het ontstaan der brandingen nog zeer raadselachtig, tot welker volkomene verklaring men het dan ook nog niet heeft kunnen brengen. — De golvende beweging der zee schijnt vooral nuttig te zijn tot het tegengaan van bederf, waaraan ook het zeewater, bij aanhoudend stilstaan, zou onderworpen zijn.

De tweede beweging, ontstaande uit de dagelijksche beweging der Aarde, wordt *stroombeweging* of *strooming* der zee genoemd. Het water, dat, door zijne vloeibaarheid en mindere zwaarte dan de vaste deelen des Aardbols, niet dezelfde snelle vaart, als deze laatste, aanneemt, moet daardoor, bij de omwenteling der Aarde van het westen naar het oosten, een weinig achterblijven, weshalve het in eene rigting van het oosten naar het westen schijnt voort te gaan. — Dat deze tegengestelde beweging werkelijk door de omdraaijing ontstaat, kunt gij zelve duidelijk opmerken, door eenen bak met water snel te bewegen; het water vloeit alsdan over de achterste zijde van den bak heen, en schijnt dus, in vergelijking met de beweging van den bak, achteruit te vloeijen, hoewel het tevens de beweging van den bak volgt. Zoo nu is het ook met deze strooming der zee gelegen. — Tusschen de keerkringen, waar, zoo als gij u uit de beschouwing van de gedaante der Aarde zult herinneren, de oppervlakte den grootsten afstand van het middelpunt van beweging heeft, en dus de beweging zelve het sterkst is, ontwaart men de voornaamste strooming van dien aard, welke daarom *equinoctiale* genoemd wordt. Buiten de omwenteling der Aarde, oefent de aantrekkingskracht der zon en maan en de tusschen de keerkringen meest heerschende oostewind hierop ook eenigen invloed uit. Door al deze omstandigheden zou dus alleen eene eenparige beweging, eene strooming van het oosten naar het westen voortgebragt worden, indien zich nergens daartegen eenige hinderpaal opdeed. Doch het vasteland van *Zuid-Amerika*, hetwelk zich, als een dam van het noorden naar het zuiden, tegen dezen vloed verzet, verdeelt dien in twee dee-

deelen, waardoor noord- en zuidwaarts eene omgekeerde beweging ontstaat. De *noordelijke* strooming volgt den oostkant van *Noord-Amerika*, tot op de hoogte van *Boston*, eene stad in de *Vereenigde Staten* van *Noord-Amerika*, en gaat van daar regtstreeks oostwaarts, voorbij de *Azorische Eilanden*, naar de *Straat van Gibraltar* en de *Kanarische Eilanden*. Hier wordt zij zuidoostelijk en zuidelijk, zoodat zij zich bij het zoogenaamde *Witte Voorgebergte*, aan de Afrikaansche kust, weder met de equinoctiale strooming vereenigt, om op nieuws den vorigen kringloop aan te vangen. Door de werking dezer stroomen ziet men niet zelden boomen en vruchten uit de Amerikaansche Landen aan de kusten van het oostelijk halfrond aanspoelen; hetgene, in het jaar 1492, onder de leiding der Alwijze Voorzienigheid, eene der voornaamste redenen was, die COLUMBUS tot het vermoeden bragten, dat er westwaarts van *Europa* uitgestrekte Landen moesten liggen, waarop de ontdekking van *Amerika* volgde. De *zuidelijke* terugstrooming volgt de kusten van *Brazilië*, in *Zuid-Amerika*, en keert van daar westwaarts naar de *Kaap de Goede Hoop*, aan de zuidelijke punt van *Afrika*, terug, stort zich vervolgens in de *Indische Zee*, en wordt aan de westkust van *Nieuw-Holland* op nieuws gebroken en naar het westen teruggedreven. In de *Groote Zuid-* of *Stille Zee*, tusschen de westkust van *Amerika* en *Azië* gelegen, waar, in de nabijheid der Aziatische kust, eene groote menigte eilanden zijn, die den stroom in verschillende rigtingen breken, vindt de equinoctiale strooming geenen zoo aanzienlijken tegenstand, als in de *Atlantische Zee*, van welke ik u zoo even sprak.

Behalve deze algemeene beweging der zee van het oosten naar het westen, hebben vele vroegere en latere Aardrijks- en Natuurkundigen nog eene andere strooming ondersteld, namelijk van de polen naar den evenaar. Deze onderstelling grondt men op de menigte *drijfijs*, welke jaarlijks van de polen naar den evenaar komt afzakken; en als oorzaak daarvan beschouwt men de vermindering van water, welke in de heete gewesten door eene sterkere uitdamping plaats vindt, ten gevolge waarvan het water uit de poolzeeën naar den evenaar stroomt, om het evenwigt aldaar te herstellen. Vol-

gens sommigen kan deze strooming alleen aan de oppervlakte der zee bestaan, terwijl in de diepte het water juist in eene tegenovergestelde rigting zou vloeijen. Als reden geeft men hiervoor op, de meerdere zout-gehalte, en daaraan verbondene meerdere zwaarte, van het water in de heete luchtstreek, waardoor het de diepte zou zoeken, en het minder zware water als uit den weg schuiven. Wat hier ook van zij, zoo-veel is zeker, dat de zee, op vele plaatsen, werkelijk eene *dubbele strooming* heeft. In de *Straat van Gibraltar*, bij voorbeeld, stroomt langs de oppervlakte het water van den *Atlantischen Oceaan* in de *Middellandsche Zee*, terwijl, op zekere diepte, de strooming eene juist tegenovergestelde rigting heeft. — Toen in het jaar 1712, in het midden van deze zeeëngte, een Fransch schip door een Hollandsch vaartuig werd in den grond geboord, vond men, eenigen tijd daarna, stukken en gereedschappen van het schip in den *Atlantischen Oceaan,* die daar niet anders dan door eene lagere strooming, welke tegen die van de oppervlakte inliep, konden gekomen zijn. Men vindt dergelijke *dubbel-stroomingen* ook nog in de *Straat van Konstantinopel*, in die van *Babelmandel* (bij den ingang der *Roode Zee*) en op meer andere plaatsen. Zeer sterk zijn zij inzonderheid in de *Sont*, eene zeeëngte tusschen *Denemarken* en *Zweden*, welke de *Noordzee* met de *Oostzee* vereenigt, hetgene u uit het volgende blijken zal. Toen eenige matrozen van een Engelsch fregat in eene ligte sloep midden in de *Sont* voeren, volgde het vaartuigje natuurlijk den gewonen stroom. Nadat zij echter eenen lederen emmer, waarin een groote kanonskogel was, uit de sloep hadden nedergelaten, hield het vaartuig allengs stil, en toen de emmer dieper zakte, voer het zelfs tegen den bovenstroom in. Bij naauwkeurig onderzoek bevond men, dat de lagere *tegenstroom* reeds op eene diepte van 4 of 5 vademen merkbaar was, en sterker werd, naar mate men meer den bodem naderde.

Uitgestrekt is het nut, dat door de stroomingen der zee wordt te weeg gebragt. Behalve toch, dat zij, even als de golvende beweging, het bederf van het water tegengaan, zoo brengen zij ook de schepen, welker vaart men er naar rigt, met eene soms verbazende snelheid, nader tot hunne

bestemmingsplaats. Op vele plaatsen der Aarde waait de wind bestendig uit dezelfde streek, hetgene men *passaatwind* noemt; van dergelijke plaatsen nu zijn er vele, waar wind en stroom steeds tegen elkander inloopen, zoodat van beide zijden de vaart zeer gemakkelijk gemaakt wordt. De *Middellandsche Zee* levert een treffend voorbeeld op van het nut der stroomingen. Zoo als ik u reeds gezegd heb, loopt het water uit den *Atlantischen Oceaan* door de *Straat van Gibraltar* in genoemde zee, waardoor dus de schepen, die naar de groote koopstad *Smyrna*, of bijliggende streken, bestemd zijn, langs de Europesche kust, als van zelve tot hun doel gebragt worden; terwijl eene andere strooming, uit de *Zwarte Zee* komende, en meer zuidelijk afzakkende, hen, langs de Afrikaansche zeeboorden, weder naar de plaats, waar zij deze groote waterkom inkwamen, terugbrengt. Maar, vraagt gij misschien: hoe is het mogelijk, dat de *Middellandsche Zee* al het water, dat haar, zoo door den *Atlantischen Oceaan*, als door de *Zwarte Zee* wordt toegevoerd, kan bevatten, zonder aanmerkelijk in hoogte te rijzen? Hier ziet gij reeds dadelijk het nut der zoo even vermelde *dubbel-strooming;* deze herstelt bestendig het evenwigt tusschen de in- en uitstrooming van het water. Wie eerbiedigt in deze schikking niet de alles omvattende wijsheid en liefde van den Schepper aller dingen! Opdat Handel en Zeevaart, die bronnen van bestaan voor duizenden, ja millioenen menschen, zouden bevorderd worden, wees Hij der zee eenen weg aan, die daartoe leidde, en, om voor te komen, dat andere zijner menschenkinderen, door te grooten toevoer van water, zouden benadeeld worden, gelastte Hij aan diezelfde stroomen, om langs eenen anderen of lageren weg terug te keeren naar de plaats, van waar zij kwamen!

Door de verschillende stroomingen worden ook dikwijls vele nuttige overblijfselen van verongelukte schepen, of kostbare deelen van hunne ladingen, hier of daar aan strand gedreven, en den mensch tot gebruik teruggegeven. Zelfs zijn er voorbeelden bekend, dat Wilde Amerikanen, die, zich in hunne ligte kano's, of bootjes van uitgehoolde boomstammen of huiden vervaardigd, te ver in zee gewaagd hebbende, zich aan de strooming moesten overgeven, bij de *Or-*

9*

kadische Eilanden, ten noorden van *Engeland*, aankwamen. Ik haal dit laatste voornamelijk aan, omdat vele menschen, over de ontdekking van *Amerika* sprekende, of hoorende spreken, zich niet kunnen begrijpen, hoe COLUMBUS, bij zijne ontdekking van dat werelddeel, daar menschen kon aantreffen; dit laat zich uit het bovengemelde geval gemakkelijk verklaren.

De derde beweging der zee, ontstaande uit de aantrekkingskracht der maan en gedeeltelijk ook van de zon, bestaat daarin, dat het water, in 24 uren en omtrent 50 minuten, tweemaal gedurende bijna zes uren daalt, in den laagsten stand eenige minuten blijft staan, hetgene *laagwater* of *ebbe*, en daarna weder, gedurende gelijken tijd, rijst, en in den hoogsten stand insgelijks eenige minuten blijft, hetwelk *hoogwater* of *vloed* genoemd wordt. Ik zal beproeven, u het ontstaan van dit verschijnsel eenigermate duidelijk te maken.

Reeds vóór vele eeuwen begrepen de Natuur- en Sterrekundigen, dat de genoemde verschijnselen bij het zeewater met de zon en maan in betrekking stonden, hetgene, trouwens, bij eenig nadenken, aan ieder moest in het oog vallen. Immers zag men, dat iederen volgenden dag eb en vloed 49 minuten later kwam dan den vorigen, hetgene, zoo als ik u bij de beschouwing der maan heb aangetoond, met deze insgelijks het geval is, en dat de vloed bij nieuwe en volle maan hooger steeg dan op andere tijden. Dan, de juiste verklaring van dezen zamenhang op te geven, dit vermogten zij niet. De reeds meermalen genoemde groote NEWTON was de eerste, die te dezen aanzien meer licht verspreidde, hetgene, op zijn voetspoor, door andere Natuurkundigen tot volkomene helderheid werd gebragt.

Allereerst wil ik u den invloed der zon op deze beweging der zee trachten aan te toonen. Herinnert u, te dien einde, hetgene ik u vroeger deed opmerken, dat namelijk onze Aarde een bol is, op welken men aan alle kanten water vindt, hetwelk zich, als zijnde onderling vereenigd, naar alle rigtingen vrij bewegen kan, en dat alle deelen van ons zonnestelsel eene meer of minder sterke aantrekkingskracht op elkander uitoefenen, naar mate zij meer afstand van elkander

of meer uitgebreidheid hebben. Onze Aarde, en dus ook het water, dat zich er op bevindt, heeft alzoo eene aantrekkingskracht tot de zon. Door deze kracht nu, krijgt het water eene neiging, om zich van de Aarde af te scheiden en naar de zon te vloeijen; doch zijne zwaarte verhindert zulks in zooverre, dat alleen het naar de zon gekeerde gedeelte zich eenigzins verheft. Die middelpuntvliedende kracht (gij herinnert u zeker uit eene vroegere lezing nog wel, wat men door deze kracht verstaat), welke uit de beweging van de Aarde om de zon ontstaat, is natuurlijk op dit gedeelte der Aarde, als zijnde het digtst bij de zon, het minst sterk, zoodat de aantrekkingskracht der zon te meer invloed kan oefenen. — Het tegenovergestelde gedeelte der Aarde staat minder aan de aantrekking der zon bloot; dan daar is de middelpuntvliedende kracht, door den grooten afstand van de zon, het sterkst, zoodat ook op die plaats het water zich een weinig verheft.

Op twee plaatsen der Aarde, op het juist naar de zon gekeerde gedeelte, waar het alsdan middag, en regt daartegenover, waar het middernacht is, heeft dus eene verheffing van het water of *vloed* plaats; terwijl tusschen deze twee punten die hoogere stand langzamerhand afneemt, en het water, zijne vrije beweging volgende, van daar is weggevloeid, om op de beide plaatsen, waar het middag of middernacht is, den vloed te doen plaats hebben; aldaar heeft men derhalve *laagwater.* — Ook zonder medewerking der maan, zou er alzoo ebbe en vloed zijn, en wel zoodanig, dat op den middag en te middernacht, het tijdstip van hoogwater, en zes uren later, dat van laagwater zou zijn; doch door haren zooveel korteren afstand van de Aarde, heeft de maan op deze beweging der zee veel sterker invloed dan de zon; hare werking is echter van denzelfden aard. Het naar haar toegekeerde gedeelte der Aarde wordt door haar aangetrokken, zoodat het water zich aldaar verheft; gelijk aan de tegenovergestelde zijde hetzelfde plaats vindt door de meerdere middelpuntvliedende kracht. — Daar evenwel de loop der maan om de Aarde niet volkomen met dien der zon overeenkomt, doordien de maan iederen dag 49 minuten later boven den horizon komt dan den vorigen, zoo volgt

daaruit, dat niet alle zes uren het verschijnsel van ebbe en vloed plaats heeft.

Uit het bovenstaande begrijpt gij ligtelijk, dat het water *meer* moet rijzen, als zon en maan met vereenigde kracht haren invloed daarop oefenen; of *minder*, wanneer de werking van het eene hemelligchaam door die van het andere wordt tegengegaan. Bij nieuwe en volle maan, staat de laatste, zoo als gij weet, met de zon en de Aarde in eene bijna regte lijn, waardoor de zon- en maanvloed op denzelfden tijd plaats hebben, en dus op de laagste ebbe de hoogste vloed volgt, welken men *springvloed* noemt; terwijl bij eerste en laatste kwartier het verschil tusschen ebbe en vloed veel geringer is, doordien de zon alsdan ebbe verwekt op de plaats, waar de maan vloed te weeg brengt, of omgekeerd; de rijzing van het water wordt hierdoor verdeeld, en het kan dus niet zulk eene groote hoogte bereiken. — De opmerking, dat de springvloeden niet juist op den tijd van volle of nieuwe maan, maar eerst bijna twee dagen daarna voorkomen, kan niet als bewijs tegen den invloed der maan aangevoerd worden, dewijl die alleen ontstaat, doordien de vroeger aan het water gegevene beweging niet eensklaps door eene sterkere kan worden vervangen, evenmin als, bij voorbeeld, eene trekschuit, die, onder eene brug doorvarende, eene tragere beweging heeft verkregen, terstond hare eerste snelheid herneemt, nadat het jaagpaard weder zijnen gewonen draf heeft aangenomen.

De stand der Aarde, met betrekking tot de zon en maan, heeft mede veel invloed op het rijzen en dalen der zee; ten tijde der dag- en nachteveningen (21 Maart en 21 September), wanneer de zon juist boven den evenaar staat, is de ebbe en vloed sterker dan anders, en omstreeks de zonnestandsdagen (21 Junij en 21 December) zwakker, omdat in het laatste geval beider loodregte werking het verst van den evenaar afwijkt. Gij moet echter niet denken, dat de ebbe en vloed zich over de geheele uitgestrektheid der zee geregeld zoo voordoet, als deze verklaring zou doen onderstellen. Dit zou het geval zijn, als de geheele oppervlakte der Aarde met water bedekt was, en geenerlei hinderpaal de beweging, door de zon en maan daargesteld, tegenhield;

doch door het vasteland, door de menigte van eilanden, ongelijke diepte der zee, klippen en zandbanken, wordt de vloed, op sommige plaatsen, uren, ja zelfs dagen vertraagd. Zoo zijn er eenige oorden der Aarde, waar het water slechts eenmaal in de 24 uren rijst en daalt, en andere, waar zulks in nog grooter tijdruimte plaats vindt; evenwel verhindert dit niet, dat op elke plaats de opvolging geregeld geschiedt, en men ook daar altijd het opkomen van den vloed vooraf bepalen kan. — Slechts zeer zelden wijken eb en vloed van deze regelmatige beweging af, door welke onregelmatigheid, hoe zeldzaam dan ook, echter eenmaal ons Vaderland van een dreigend gevaar bevrijd werd. Toen namelijk, in het jaar 1672, eene Engelsche vloot in *Holland* zocht te landen, duurde de eb *drie* uren langer dan gewoonlijk, zoodat de schepen verhinderd werden, nabij het strand te komen. Hierdoor kreeg onze groote DE RUITER, aan wiens tijdige tehulpsnelling men reeds wanhoopte, gelegenheid, om door zijne aankomst het benaauwde Vaderland te redden.

De hoogte van den vloed is zeer verschillend. In den *Grooten Oceaan*, waar het water zich naar alle zijden vrij bewegen kan, is hij het geringst en bereikt hij niet meer dan drie voet; aan de kusten en zeeëngten daarentegen het grootst, omdat de stroom daar wordt tegengehouden, waardoor het water zich aanmerkelijk ophoogt. Aan de westelijke kust van *Frankrijk* stijgt de vloed van 15 tot 18 voet, en bij *Bristol*, in *Engeland*, bereikt de springvloed, gedurende de dag- en nachteveningen, dikwijls eene hoogte van 54 voet. Door den buitengewoon hoogen stand van het water, kunnen de springvloeden, vooral wanneer zij met storm gepaard gaan, somtijds groote verwoestingen aanrigten, zoo als wij, onder anderen, op den 5den Februarij, 1825, in ons Vaderland op eene geduchte wijze ondervonden. Voor het overige is ook deze beweging der zee van eenen hoogst weldadigen invloed; want vooreerst, stelt zij de volgeladene schepen in staat, in die zeehavens binnen te loopen, welke alleen bij hoogen stand van het water kunnen bereikt worden; terwijl zij door den vloed het aankomen der schepen bevordert, gelijk de ebbe derzelver afvaart gemakkelijk maakt. Zij verhindert mede al de nadeelen, welke uit het stilstaan

van het water zouden kunnen ontstaan. Zij maakt verder het verkrijgen van zeezout gemakkelijk, door de daartoe bestemde ingedijkte vlakten met water te vullen, en schenkt eindelijk aan sommige kustbewoners amber en barnsteen; aan andere oesters en schelpdieren.

Zoo moeten dus, op bestel van den Almagtige, zon en maan medewerken, om de welvaart van ons aardbewoners, ook door de beweging van het zeewater te bevorderen! Hoe moet de overweging hiervan onze harten met dankbaarheid vervullen, en onze liefde voor dat Oneindig Wezen verhoogen en versterken!

Er blijft mij nog over, met een enkel woord te gewagen van eene andere beweging der zee, die wel uit de reeds genoemde voortvloeit, doch in uitwerking er geheel van onderscheiden is, te weten de *draaikolken* of *maalstroomen*. Men verstaat onder deze benaming eene om een middelpunt zich bewegende strooming van het water, welke menschen, dieren, schuiten, zelfs schepen naar den grond kan slepen. Zij ontstaan uit verschillende oorzaken; eenige vloeijen voort uit den zamenloop van twee verschillende stroomen; andere vinden hunnen oorsprong in zandbanken, klippen of rotsen, die, den loop van het water verhinderende, eene dwarlende strooming doen ontstaan; terwijl men van nog andere, bij welke geene dezer twee redenen bestaat, de oorzaak tot hier toe niet heeft kunnen opsporen. — Onder de meest bekende maalstroomen behooren die van *Scylla* en *Charybdis*, in de *Straat van Messina*, tusschen het eiland *Sicilië* en *Napels*. Reeds in de vroegste Oudheid waren die beide maalstroomen bekend, en werden, door de toenmalige Dichters, met de verschrikkelijkste trekken geschetst, en door alle zeevarenden van dien tijd gevreesd. En werkelijk waren zij bij den gebrekkigen toestand, waarin de Zeevaart zich toen bevond, hoogst gevaarlijk. Thans is alle overdrevene vrees voor deze maalstroomen verdwenen. — Van eenig hoog punt der nabijgelegene kust kan men duidelijk het zamenloopen van twee verschillende stroomingen, dat deze draaikolken vormt, waarnemen. Zeer merkwaardig is ook de maalstroom, aan de noordwestelijke kust van *Noorwegen* gelegen, bekend onder den naam van *Moskoë-maalstroom*. Deze ontstaat door

de tegen elkander in werkende kracht van de gewone strooming der zee aldaar, en de beweging, door eb en vloed daargesteld. Hetgene men vroeger van de verwoestingen, door dezen maalstroom aangebragt, verzekerde, is zeer overdreven. Men verhaalde er van, dat de grootste schepen, tot op zekeren afstand van dezen maalstroom genaderd zijnde, zich niet konden onttrekken aan den alles medeslependen stroom, die, na ze geweldig te hebben rondgeslingerd, hen eindelijk in de diepte begroef, of tegen de klippen verbrijzelde. Dit is eene onwaarheid. Geloofwaardige berigten verzekeren ons, dat het geweld van deze strooming, zelfs door een' ingeworpen' zwaren boom wordt gebroken. Niettemin is de plaats, waar deze maalstroom zich bevindt, door de menigte klippen zeer gevaarlijk, en van daar komen waarschijnlijk al de overdrevene berigten dienaangaande.

En nu, mijne vrienden! zullen wij de zee verlaten, om de minder uitgestrekte watervlakten, die zich op het binnenland der Aarde opdoen, en die men *meren* noemt, nader te leeren kennen.

TWAALFDE LEZING.

Over de meren.

Op vele plaatsen van het vasteland vindt men min of meer uitgestrekte watervlakten, die van alle zijden door het land ingesloten zijn, en *meren* genoemd worden. — Vele daarvan hebben waarschijnlijk reeds bij de schepping der Aarde het aanzijn gekregen, en onder deze rekent men die, welke, even als de zee, een zoutachtig bitter water hebben. Andere hebben hun ontstaan te danken aan aardbevingen, watervloeden, berg-instortingen, of dergelijke oorzaken.

Men onderscheidt de meren voornamelijk in zoodanige, die, door bestendige instrooming van eene of meer rivieren, van water voorzien worden en dat weder door rivieren ontlasten, en andere, die geene rivieren opnemen. De laatste krijgen hunnen toevoer van water, of alleen door bijeenge-

loopen regen- of sneeuwwater, en zijn alsdan zeer onbeduidend, of door bronnen, die op den bodem voorhanden zijn. Van dezen aard zijn de meeste meren, welke men in de gebergten aantreft, en die daar de oorsprong zijn van vele rivieren. Behalve de genoemde soorten vindt men nog meren, die wel rivieren opnemen, doch waaruit er geene uitvloeijen. Onder deze soort van meren is de reeds vroeger genoemde *Kaspische Zee*, in *Azië*, het grootste. Dit meer, dat, onder andere rivieren, ook de groote *Wolga* opneemt, heeft nergens eene zigtbare uitvloeijing. — Natuurlijk ontstaat hierdoor de vraag, waar die groote hoeveelheid water, die bestendig er door wordt opgenomen, dan toch blijft? Velen hebben gemeend, dat de *Kaspische Zee*, door onderaardsche kanalen, gemeenschap zou hebben met de *Zwarte Zee;* doch voor dit gevoelen bestaat weinig grond. Veel aannemelijker is de meening van hen, die de oorzaak van het voortdurend evenwigt alleen zoeken in de gewone uitdamping van het water en het indringen er van in het land, dat dit meer omringt. Men heeft berekend, dat er jaarlijks $23\frac{1}{2}$ billioenen kubiek-voeten waters invloeit, waarvan, door uitdamping, $19\frac{6}{10}$ billioenen kubiek-voeten afgaan. Voor die overige 4 billioenen behoeft men dan toch wel geene onderaardsche kanalen van zulk eene lengte, als de afstand tusschen de *Kaspische* en *Zwarte Zee* is, aan te nemen, daar het aangrenzende land groot genoeg is, om deze hoeveélheid te verzwelgen.

De meren zijn volstrekt niet evenredig over den aardbol verspreid: sommige Landen zijn rijk met meren begiftigd, terwijl andere er geheel van beroofd zijn. Over het algemeen zijn de Landen ten noorden van den evenaar ruimer van meren voorzien, dan die van het zuidelijk halfrond. Laag gelegene Landen hebben natuurlijk de meeste meren, doordien het water daar weinig afhelling heeft, en dus bij de minste belemmering bijeenstroomt en zich tot een meer vereenigt. Zoo vindt men in ons Vaderland, *Pruissen, Finland*, enz. vele meren. In hoogere Landen, waar het water, door de sterke afhelling, sneller loop heeft, vindt men in den regel, waarop echter uitzonderingen zijn, weinig of geene meren.

In *Azië* en *Noord-Amerika* vindt men de meeste en ook de grootste meren. In het eerstgenoemde werelddeel heeft men, behalve de *Kaspische Zee*, die eene uitgebreidheid van bijna 6000 vierkante mijlen heeft, nog de groote meren *Aral*, *Baikal*, *Saisan* en andere. In *Noord-Amerika* heeft men het *groote* en *kleine Winnipeg-Meer*, waarvan het eerste 2000 vierkante mijlen oppervlakte heeft, hot *Slaven-Meer*, het *Regen-Meer*, en de zoogenaamde vijf *Kanadasche* meren, het *Opper-*, het *Huron-*, *Mitchigan-*, *Erie-* en *Ontario-Meer*. Deze beide laatste meren zijn met elkander verbonden door de rivier de *Niagara*, die, in haren loop, den bekenden waterval van dien naam vormt, over welken ik later gelegenheid zal hebben u een en ander merkwaardigs mede te deelen.

Van *Afrika*, welks binnenlanden grootendeels nog onbekend zijn, kent men slechts die meren, welke in de meer bevolkte Staten *Tunis*, *Egypte*, *Abyssinië*, *Nigritië* en het *Kafferland* gelegen zijn.

In *Europa* vindt men, wel is waar, geene meren van buitengewoon groote uitgebreidheid, maar zooveel te meer kleine, en daaronder hoogst merkwaardige. Zoo vindt men in *Rusland*, onder vele andere, de meren *Ladoga*, *Ouega* en *Peipus*. In *Zweden* vindt men zelfs zoo vele meren, dat zich nergens eene groote rivier kan vormen; men berekent het getal der meren aldaar op 1000, waaronder het *Wener-*, *Wetter-* en *Meler-Meer* de grootste zijn. Het Koningrijk *Pruissen* heeft, volgens eene naauwkeurige opgave, 1037 meren. Vele van deze houdt men voor overblijfselen van plaats gehad hebbende overstroomingen der *Oostzee*. In *Duitschland* begroot men het getal meren op 1000, waarvan er alleen in het Koningrijk *Beijeren* 140 zijn. *Zwitserland* is insgelijks, naar evenredigheid van zijne grootte, zeer rijk in meren, welke echter meest alle tot de tweede der bovengenoemde soorten behooren. Onder deze zijn inzonderheid bekend die van *Geneve*, *Zurich*, *Neufchâtel* en *Zug*. In *Engeland* en *Ierland* treft men ook vele meren aan, waaronder er eenige zeer merkwaardig zijn, even als in *Italië* en *Portugal*, zoo als u later blijken zal.

Het water der meren heeft eene voortdurende beweging,

ofschoon veel langzamer dan in de rivieren. Door sterken wind geraakt het in eene golvende beweging, welke dikwijls voor de scheepvaart gevaarlijker is dan die van eene onstuimige zee, zoo als, onder andere, de schippers, die het *Haarlemmer-Meer* bevaren, dikwijls ondervinden. — Evenmin als het water van bronnen en rivieren, is ook dat der meren volkomen zuiver, hoewel van sommige het water zich door eene bijzondere helderheid onderscheidt. Zoo heeft, onder andere, het water uit het *Wetter-Meer* in *Zweden* eene groote helderheid, waardoor men, op eene diepte van 126 voet, duidelijk een stuk geld op den bodem kan onderkennen.

Onder de merkwaardigste meren der Aarde rekent men in de eerste plaats de *Doode Zee*. Niet alleen toch is dit meer vermaard om zijne bijzondere natuurlijke eigenschappen, maar ook omdat wij, door het Bijbelsch verhaal, van zijn ontstaan onderrigt bekomen. Gij weet, dat God, om de verdorvenheid van zijne bewoners te straffen, het vruchtbare en schoone dal *Siddim*, in hetwelk de steden *Sodom*, *Gomorra*, *Adama*, *Zeboïm* en *Bela* lagen, door vuur en zwavel verwoestte, en in zijne plaats dit meer daarstelde. Het ligt in dat gedeelte van *Azië*, dat men *Palestina* noemt, en is 12 mijlen lang en 2 mijlen breed. Hoewel verscheidene rivieren, en daaronder de *Jordaan*, zich in dit meer uitstorten, heeft het echter geene zigtbare uitwatering, maar verliest het overtollige water alleen door uitdamping. Het water is doorgaans helder, hoewel het door de bergen en kale rotsen, die dit meer omringen, eene donkere kleur ontvangt. Men beweert thans nog, bij laag water, overblijfselen der vernielde steden gezien te hebben, en daar dit door onderscheidene Reizigers, onder welke er vele zijn, die alles naauwkeurig onderzocht hebben, verzekerd wordt, kan men er niet wel geloof aan ontzeggen.

Het water van de *Doode Zee* is bijzonder zout en bitter, zoodat het niet alleen geheel ondrinkbaar is, maar men het zelfs niet aan de lippen kan brengen, zonder pijn te gevoelen en zonder dat zij opzwellen. Zeker Reiziger verhaalt, dat hij eens zijn hoofd in dit meer gestoken hebbende, het daarna geheel met eene zoutkorst overdekt was. Door die

groote hoeveelheid zout is het water in de *Doode Zee* ongewoon zwaar, zoodat men niet slechts zeer gemakkelijk daarin kan zwemmen, maar het zelfs moeite kost zich onder water te begeven. Nimmer vindt men het water koud, dikwijls is het zelfs heet. — Alle omstandigheden duiden eene Vulkanische werking aan, die nog aanhoudend onder den bodem van dit meer plaats heeft. Dikwijls stijgen uit den bodem verstikkende dampen op, die zich over de oppervlakte van het water verspreiden, waardoor de geheele omliggende landstreek, als 't ware, verpest wordt. Vogels, die op dezen tijd over het meer vliegen, verstikken en vallen er in neder. Kort daarna komen er groote stukken *aardpek* uit den grond op, die, door den wind verdeeld, naar de oevers drijven. Daar men in dit meer volstrekt geene levende schepselen vindt, en zelfs de visschen, die uit de *Jordaan* of andere rivieren er in gevoerd worden, onmiddellijk sterven en dood op de oppervlakte drijven, is de naam van *Doode Zee* er niet ten onregte aan gegeven.

Behalve de *Doode Zee*, zijn er nog onderscheidene meren, wier water warm, ja zelfs heet is. Zoo vindt men op het eiland *IJsland*, in de nabijheid van den vuurspuwenden berg *Hekla*, een meer, dat somtijds ontvlamt, en eenen tijd lang blijft branden. Ook in het meer *Agnano*, in de omstreken van *Napels*, is niet alleen het water, maar zelfs de omringende grond zeer heet. Men heeft dezen toestand van den grond aangewend tot het aanleggen van *zweetbaden*, welke voor vele ongesteldheden een beproefd geneesmiddel uitmaken. Men houdt dit meer voor den met water aangevulden krater van een' voormaligen Vulkaan. Ook het meer *Averno*, in *Italië*, draagt alle kenmerken van een' dergelijken oorsprong. Dit meer, waarvan reeds de oudste Schrijvers gewagen, is bekend door zijne ongezonde uitdampingen, die van Vulkanischen aard zijn. In *Schotland* vindt men het meer *Ness*, welks water, dat men voor zeer gezond houdt, insgelijks warm is en nooit bevriest. Merkwaardig is het, dat men in ditzelfde Land, nabij *Straglast*, een meer vindt, waarvan het middelste gedeelte, zelfs in den zomer, bestendig met ijs bedekt blijft, hoewel dit aan den oever smelt.

Hier en daar treft men meren aan, waarvan het water

eene versteenende kracht heeft, zoodat de plantaardige ligchamen, welke er in geworpen worden, versteenen. Van die soort is het meer *Neagh*, in *Ierland*. Sommigen willen, dat de rivier *Blackwater*, die zich in dit meer ontlast, eigenlijk die kracht bezit, en haar aan het meer mededeelt. Ook in ons Vaderland vindt men een dergelijk meer, de *Waal* genaamd, nabij *Rockanje*, een dorp op het eiland *Voorne*. Volgens de berigten van Reizigers, vindt men in *Perzië* eene menigte van dergelijke versteenende meren.

Hoogst merkwaardig zijn vooral die meren, welke op sommige tijden geheel afloopen, zoodat zij volkomen droog worden, en naderhand weder eensklaps met water gevuld worden. — Van dien aard is het *Zirknitzer-Meer*, in het Hertogdom *Krain*, onder het *Oostenrijksche* gebied, niet ver van het vroeger reeds vermelde *Adelsbergerhol*. Het is 1¼ uur lang en ruim ½ uur breed, en niet dieper dan 15 voet. In dit meer kan men, in één jaar, beurtelings visschen, zaaijen, oogsten en jagen. In den zomer namelijk, vloeit het water door onderaardsche kanalen en kolken geheel en al weg, zoodat de bodem droog en in bouw- en weiland herschapen wordt. De landlieden oogsten er, na verloop van een paar maanden, voortreffelijke gierst en ander koren van. Ook het hooi, dat de weidegrond oplevert, is zeer geacht, en de inzameling daarvan aanzienlijk. Bij het afloopen van dit meer, blijft telkens eene groote hoeveelheid visch en watervogels achter. Tegen den winter komt het water weder met groote snelheid uit de onderaardsche holen te voorschijn, zoodat, in 24 uren tijds, het geheele meer weder is volgeloopen; het afloopen vereischt gewoonlijk 25 dagen. — Daar dit meer, niet alleen op den bodem, maar ook aan de zijden, vele holen heeft, welke met elkander gemeenschap hebben, laat zich het merkwaardig verschijnsel van het af- en toevloeijen des waters met veel waarschijnlijkheid verklaren uit de werking van den *hevel*. Gij zult, mijne vrienden! ongetwijfeld weten, wat men door een' hevel en de werking er van verstaat; daar ik echter gaarne zoo duidelijk mogelijk voor allen wil zijn, zal ik dit werktuig wat nader omschrijven. Een hevel is eene kromgebogene buis of pijp, welke hoofdzakelijk dient,

om eenige vloeistof uit een vat in een ander over te laten vloeijen. Te dien einde plaatst men het eene einde van den hevel, door eene opening boven in het vat, in de vloeistof, en maakt, door zuiging aan het andere einde, de buis luchtledig, alswanneer de vloeistof terstond de plaats der weggezogene lucht in de buis inneemt, en onafgebroken zoo lang wegvloeit, totdat zij in het vat beneden het einde van den hevel staat. Niet altijd echter behoeft de buis door zuiging luchtledig gemaakt te worden. Wanneer zij zoodanig in een vat geplaatst wordt, dat het laagste einde door den bodem van het vat heengaat, dan zal, als het vat met eenige vloeistof, bij voorbeeld water, wordt aangevuld, het water ook in het korte einde van den hevel opdringen, en de daarin aanwezige lucht verdrijven. Is eindelijk het vat zoo ver gevuld, dat het gebogene gedeelte van den hevel bedekt is, dan is ook het water er in tot in de kromte gerezen, en vloeit door het langste einde uit het vat, waardoor dus alle lucht uit den hevel is verdreven, en al het water uit het vat loopt, indien het kortste einde van den hevel tot aan den bodem reikt.

En nu vertrouw ik, dat gij u het plotseling afloopen van het water uit het *Zirknitzer-Meer* eenigzins zult kunnen verklaren. Onder de holen, die zich op den bodem van dit meer bevinden, zijn er waarschijnlijk eenige, die, door zijdelingsche en later opwaarts gaande gangen of kloven, in verband staan met andere holen aan den kant van het meer. Wanneer nu door regen, gesmolten sneeuw, en den toevoer van eenige beken, het water in het meer rijst, dan dringt het ook door de onderaardsche gangen in de zijdelingsche en opwaarts gaande holen. Zoo lang het echter in het meer beneden, het hoogste gedeelte van deze laatste, blijft, kan het niet wegvloeijen. Dan naauwelijks is het daarboven gestegen, of het heeft ook in de holen die hoogte bereikt, en vloeit nu, langs afhellende gangen, naar allerlei rigtingen, misschien naar onderaardsche verzamelplaatsen; en dit gaat onophoudelijk zoo lang voort, als er water in het meer is. — Van gelijken aard als het *Zirknitzer-Meer*, is het *Eichner-Meer*, in het Groot-Hertogdom *Baden*. Op den bodem van dit meer bevinden zich eene menigte

kleine gaatjes, even als die van aardwormen, waardoor al het water wegvloeit, zoodat er alleen in het midden eenig slijk of slib overblijft, en de overige grond tot den akkerbouw kan gebruikt worden. Het vol- en ledigloopen van dit meer schijnt niet van de gesteldheid des weders af te hangen, daar het dikwijls bij aanhoudend regenachtig weder ledig loopt, en bij langdurige droogte weder gevuld wordt. Ook heeft men hierbij geene geregelde tijdruimte kunnen opmerken. Dikwerf blijft het twee tot drie jaren droog, en op andere tijden ziet men het drie- of viermaal in een jaar vol loopen. Men heeft tot hier toe niet kunnen opsporen, van waar dit water komt, noch waar het heen vloeit. — Het water heeft eene bijtende scherpheid, waardoor er niet dan padden en kikvorschen in leven kunnen.

Een gelijksoortig meer vindt men in *Rusland*, in den *Uschytsker-Kreitz*. Dit meer is van geringen omvang, als zijnde slechts 260 schreden breed. Het water blijft regelmatig zeven jaar lang binnen zijne grenzen; na verloop van welken tijd, het in den loop eener maand geheel verdwijnt. De rivier *Tarnawa*, die aan dit meertje het aanzijn geeft, verliest zich alsdan in den bodem, en komt eerst op eenigen afstand weder uit den grond te voorschijn. Nadat de bodem zeven jaar lang bebouwd is, keert het water terug, en vormt, in den loop van eene maand, op nieuws een meer op dezelfde plaats. Sedert menschengeheugen heeft deze zevenjarige afwisseling geregeld plaats gevonden.

Hoogst opmerkelijk is het, dat vele meren bij stil weder onstuimig golven en bij stormweder kalm zijn. Het reeds meer genoemde *Wetter-Meer*, in *Zweden*, wordt dikwijls, bij volkomene windstilte, zoo onstuimig, alsof de hevigste storm er boven woedde. — Dit is insgelijks het geval met een meer in *Schotland*, *Lommond* genaamd, hetwelk somtijds bij kalm weder zoo hoog golft, dat de moedigste schippers er zich niet op durven wagen. Men vermoedt, dat onderaardsche winden of luchtsoorten, welke zich plotseling op den bodem des meers ontwikkelen, dit verschijnsel daarstellen. Eenige meren hebben de bijzondere eigenschap, dat zij, door een sterk geraas, naar het brullen van een' stier gelijkende, een naderend onweder

aankondigen. Dit is, onder andere, het geval met het meer *Beja* in *Portugal*. Het brullend geluid van dit meer wordt dikwerf op een' afstand van zes of zeven uren gehoord. — Daar, bij een opkomend onweder, de drukking der dampkringslucht zeer sterk is, laat zich hieruit dit verschijnsel eenigzins verklaren.

DERTIENDE LEZING.

Over de bronnen en rivieren.

Zoo zijn wij dan nu, met onze beschouwing van het vloeibare gedeelte van de oppervlakte der Aarde, genaderd tot het laatste, doch niet het minst belangrijke, dat ons hiervan te overwegen staat, namelijk de rivieren, en de bronnen, waaruit zij ontstaan. Als bewoners van een Land, dat, naar evenredigheid van zijne grootte, met zoo vele rivieren doorsneden is, en hetwelk daaraan een groot gedeelte van zijne welvaart te danken heeft, kan deze beschouwing wel niet anders dan als hoogst belangrijk te achten zijn, waarom ik op uwe verdubbelde belangstelling durf rekenen.

Eene rivier noemt men een stroomend zoet water, dat meerder of minder uitgestrektheid lands doorloopt, en zich eindelijk in de zee of in eene andere rivier ontlast. Doorloopt de rivier eene groote streek lands, en stort zij zich eindelijk, na verscheidene andere rivieren in haren schoot te hebben opgenomen, in zee uit, dan geeft men er ook wel den naam van *stroom* aan. Bij geringe uitgestrektheid, breedte en diepte, noemt men zoodanig vlietend zoet water eene *beek*. Hoe deze gevormd worden, heb ik u, in de lezing over de bergen, reeds aangetoond, bij welke gelegenheid ik u tevens deed opmerken, hoe uit de zamenvloeijing van eenige beken eene rivier ontstaat. Met de voornaamste oorzaak van het ontstaan der bronnen eener

10

rivier zijt gij dus reeds bekend; daar dit evenwel niet de eenige is, wil ik u ook de andere opgeven.

Bij de beschouwing der Vulkanen en meren, hebt gij gezien, dat op sommige plaatsen van de Aarde de grond zeer warm is. Wanneer zich nu de verhittende stoffen, die deze warmte voortbrengen, onder bergen bevinden, waarin holen zijn, hetgene bij vele bergen het geval is, dan moet die warmte het water, dat in de Aarde voorhanden is, doen uitwasemen. De hierdoor veroorzaakte dampen blijven aan de koude gewelven of wanden der holen hangen, verdikken zich daar, vloeijen zamen en komen als water er uit te voorschijn. Menigvuldige waarnemingen bevestigen zoodanig ontstaan van bronnen. Op het kleine eiland *Pantelaria*, tusschen *Sicilië* en *Afrika*, stijgt uit den bodem eener diepe grot, die zich in een' der bergen van dit eiland bevindt, aanhoudend een vochtige damp op, welke zich aan het gewelf der grot verdikt, langs de wanden afvloeit en eene kleine beek vormt. — De berg *Odmiloöst*, in *Slavonië*, leverde vroeger zeer vele bronnen op; doch toen men bij het uitgraven van steenen uit dezen berg, op eene diepte van tien voet, eene laag steenen had doorgebroken, steeg, door de ontstane scheuren, zulk een dikke damp uit, dat die, gedurende dertien dagen, den geheelen berg als met een' nevel omhulde, en drie weken daarna bevond men, dat alle vroegere bronnen van dien berg waren uitgedroogd. — Een gelijk geval had plaats op een' kleinen afstand van *Parijs*. Een molen, toebehoorende aan een Karthuizer-klooster, werd door eene beek in beweging gebragt. Nadat men in de nabijheid van dezen molen eene nieuwe steengroeve had geopend, begon langzamerhand de toevoer van water in de beek te verminderen, zoodat de molen moest stilstaan. De Karthuizers, die spoedig de oorzaak hiervan ontdekten, kochten de steengroeve, uit welke bestendig een vochtige damp oprees, en lieten haar dempen, waardoor het water weder, als vroeger, naar de beek vloeide. Gij ziet dus, dat dampen, die uit de Aarde oprijzen, werkelijk mede oorzaak zijn van het ontstaan van bronnen. In de nabijheid der zee ontstaan verder dikwijls bronnen uit het door den grond wellen of sijperen van het zeewater;

hetgene men, onder andere, daaruit kan opmerken, dat de meeste dier bronnen met de eb en vloed af- en toenemen. Men vindt ze op vele punten van de zuidelijke kust van *Spanje*, in het Prinsdom *Wallis*, in *Engeland*, op *IJsland*, bij *Calais*, in *Frankrijk*, en zelfs in ons Vaderland in de nabijheid van *Bergen op den Zoom*.

Zietdaar u, met het vroeger reeds vermelde, de voornaamste oorzaken der bronnen medegedeeld; letten wij nu op eenige bijzondere verschijnselen er van.

Zeer verschillend is de hoeveelheid en de soort van water, die de bronnen opleveren. Onder de rijkste bronnen behooren die van *Karlsbad*, welke in één uur tijds 705 emmers water levert; de bron van den *Heiligen Winfried*, in het Prinsdom *Wallis*, in *Engeland*, uit welke in eene minuut meer dan 21 tonnen water stroomt, en de *Molenbron*, bij *Upsal*, in *Zweden*, die elke minuut 3900 Zweedsche kannen uitstort. In *Noord-Amerika* vindt men, nabij de stad *Reading*, in *Pensylvanië*, eene bron van 100 vierkante voeten oppervlakte, die terstond bij haren oorsprong een' molen in beweging zet. Ook in *Westfalen* en *Silezië* treft men bronnen aan, die zeer nabij haren oorsprong molens doen bewegen. — Eenige bronnen hebben in verscheidene jaargetijden verschillende hoeveelheden water; bij andere is het toe- en afnemen van water aan geregelde tijdruimten onderworpen. Zoo vindt men in het *Paderbornsche* eene bron, die in den zomer slechts van zes tot zes uren vloeit, en in het Kanton *Bern*, in *Zwitserland*, de *Engstler-bron*, die dagelijks van 4 ure nadenmiddag, den ganschen nacht door, tot 8 ure des morgens vloeit. De oorzaak der regelmatige vloeijing, gedurende den nacht, van deze bron, en andere gelijksoortige, ligt waarschijnlijk in het smelten van sneeuw en ijs door de warmte van den dag, waardoor zich tegen den avond eene genoegzame hoeveelheid water heeft verzameld, om aan de bron voedsel voor den geheelen nacht te verschaffen. Het vlieten op zekere uren van sommige bronnen, zoo als de bovengenoemde in het *Paderbornsche*, laat zich eenigermate verklaren door de onderstelling van een' vergaderbak, die met de plaats, waar de bron te voorschijn komt, door *hevelvormige* kloven verbonden is;

daardoor laat het zich begrijpen, dat het water, bij voorbeeld. zes uren kan noodig hebben, om zoo hoog in zulk een' vergaderbak op te klimmen, dat het, volgens de in de vorige lezing omschrevene werking van den hevel, kan wegvloeijen.

Even verschillend is de graad van warmte en koude der bronnen; meestal wijken zij daarin van de gesteldheid des dampkrings af. De meeste bronnen zijn kouder dan de buitenlucht; zelfs vindt men in warme Landen bronnen, waarvan het water zoo koud is, dat men het niet kan drinken, en er naauwelijks de hand in kan houden. Waarschijnlijk liggen de vergaderbakken, waaruit deze bronnen ontstaan, zoo diep in het gebergte, dat de warmte van den dampkring op de gesteldheid van het water geen' invloed kan hebben. — Andere bronnen daarentegen zijn warmer dan de dampkringslucht; zijnde het water bij sommige zelfs zoo heet, dat men er, in weinige oogenblikken, eijeren in gaar kan koken. De meeste dezer heete bronnen bevatten vreemdsoortige bestanddeelen in zich, als: aardsoorten, zouten, zuren, ijzerdeelen of dergelijke; men noemt ze alsdan gewoonlijk *minerale wateren*. Door deze bestanddeelen hebben zoodanige heete bronnen eene groote geneeskracht tegen sommige ziekten of kwalen; waarom men ze ook *gezondheids-bronnen* noemt. — Men vindt dezulke in alle werelddeelen; echter schijnen sommige streken er bijzonder mede begunstigd te zijn; zoo als, bij voorbeeld, *Bohemen*, waar men, behalve vele kleinere bronnen, het alom beroemde *Karlsbad* en het bad van *Töplitz* vindt. Het eerste is warm genoeg, om er eijeren in gaar te doen worden. Het schuim, dat zich op het water verzamelt, ruikt zwavelachtig, en heeft, eer het koud is, een' vet- en zoutachtigen smaak. De in deze bron geworpen stoffen, uitgezonderd vleesch, worden met eene steenachtige korst omzet, hetgene bij de meeste warme bronnen het geval is.

De vreemdsoortige bestanddeelen der bronnen ontleenen zij, zoo als ligt te begrijpen is, aan den grond, waaruit zij ontspringen, en den hoogeren warmtegraad aan de onderaardsch werkende warmtestof of Vulkanische werkingen; waarom men ze het meest aantreft in zoodanige stre-

ken, waar zwavel, metalen, vooral ijzerdeelen, en andere ligchamen, die, door vermenging, warmte voortbrengen, aanwezig zijn. De meeste heete bronnen en minerale wateren vindt men echter, zoo als ik reeds vroeger zeide, in Vulkanische streken; zelfs daar, waar men geene dadelijke Vulkanen in de nabijheid vindt, kan men het er veeltijds voor houden, dat in den omtrek uitgedoofde Vulkanen zijn, waarvan de bodem van veel zwavel en metaaldeelen voorzien is. Om die reden dan ook vindt men in de nabijheid van *Napels* velerhande soorten van minerale wateren; terwijl op het eiland *IJsland*, dat, als 't ware, vol van onderaardsch vuur en Vulkanen is, de warme en minerale wateren insgelijks zeer veelvuldig zijn. Hoezeer dit eiland nabij den noorder-poolcirkel gelegen is, treft men er echter onderscheidene bronnen aan, die als fonteinen van kokend heet water in de dalen ontspringen. Eene der merkwaardigste daarvan is de groote *Geiser*. Deze bron ligt in eene vlakte, die aan de eene zijde door hooge ijsbergen bepaald is, terwijl aan de andere zijde de *Hekla* zijne kruin verheft. Zij ontspringt uit eene opening, die 72 voet diep is en 19 voet middellijn heeft. Niet altijd is de opening dezer bron met water gevuld, omdat zij niet altijd ontspringt. Meestal evenwel ziet men dit verschijnsel eenige malen kort na elkander. Vóór zij ontspringt, hoort men dikwerf een onderaardsch gedruisch; waarna zich het water met hevigheid in de lucht verheft. Somtijds houdt dit verschijnsel gedudurende een' geruimen tijd op, zonder dat men daarvan de ware oorzaak weet op te geven. — De dikte van den waterstraal rigt zich natuurlijk naar de opening, waaruit zij voortkomt; zoo is ook zijne hoogte zeer verschillend; doorgaans verheft zich het water 90 voet boven de oppervlakte. Als men steenen of andere zware ligchamen in den *Geiser* werpt, blijven zij, door de opborrelende beweging van het water, op de oppervlakte drijven, of worden, wanneer het ontspringt, met zulk eene kracht in de hoogte geworpen, dat zij zelfs nog hooger stijgen dan de opspringende waterstraal.

Hoogst merkwaardig is ook eene bron, die men in *Zevenbergen*, in de nabijheid van *Hermanstad*, aantreft. Deze

bron is aan den voet van een' wijnberg gelegen, en werpt een troebel, zwartachtig water uit, dat een' aanmerkelijken graad van warmte heeft, en ontbrandt, zoodra men het met eenig licht nadert. De vlam verheft zich bijna een' voet hoog, even alswanneer men zoogenaamden voorloop in brand steekt, en laat zich alleen door het inwerpen van aarde blusschen. Het water van deze bron heeft een' zuurachtigen smaak. Opmerkelijk is het, dat dit water niet ontbrandt, als men het in eenig vaatwerk uit de bron schept, en dat ook de aarde van den bodem dezer bron, of van de omliggende streken, volstrekt niet brandbaar is. — In *Polen* vindt men, in de nabijheid der stad *Krakau*, eene bron, die met de vorige veel overeenkomst heeft. Deze bron ontbrandde eens door den bliksem, en eenmaal werd zij opzettelijk in brand gestoken. Zij vloeide, langs onderaardsche kanalen, onder een' berg door, en zette een bosch in vlam, dat aan den voet van dien berg was, welke brand drie jaar duurde. —

Na u alzoo het ontstaan van bronnen, en eenige, naar het mij voorkwam, belangrijke bijzonderheden van haar aangetoond te hebben, willen wij verder onderzoeken, wat zij belangrijks en wetenswaardigs opleveren, nadat zij zich tot beken en vervolgens tot rivieren vereenigd hebben.

De meeste rivieren hebben, zoo als wij reeds vroeger zagen, haren oorsprong in de bergen, langs welker helling zij dikwijls met eene verbazende snelheid en kracht naar beneden stroomen, en op haren weg, als met geweld, door kloven en rotsklompen heendringen, tot zij eene meer effene grondvlakte aantreffen, en daardoor langzamer naar lager liggende streken heenvloeijen.

De ontzettende snelheid en het vernielend geweld van vele rivieren, bij haren oorsprong, worden, behalve door de helling van den bodem, langs de zijden der bergen, nog zeer vermeerderd door de zamenpersing, welke het water dikwijls tusschen naauw aansluitende rotsen ondervindt. Hierdoor wordt somtijds eene rivier tot op een tiende gedeelte van hare breedte en nog meer bijeengedrongen; waardoor het water eene persing en snelheid ontvangt, die het, als 't ware, in een vast ligchaam doet verande-

ren. — Een merkwaardig voorbeeld daarvan treft men aan in de *Connecticut*, eene rivier in *Noord-Amerika*. Deze vloed, die tot de grootste van dit werelddeel behoort, is meerendeels eene halve Engelsche mijl, dat is, ten naasten bij, 1000 Nederlandsche ellen, breed, en neemt onderscheidene groote en kleine rivieren op, waarna hij, in zijnen loop, door twee steile rotsen zoodanig wordt ingesloten, dat hij aldaar niet meer dan 5 ellen breed is. Het water wordt door deze rotsen dermate zamengeperst, dat het de hoedanigheid van een vast ligchaam schijnt aan te nemen; zoodat ijzer of lood hier evenmin zinkt, als het ligtste hout. Met eene onbegrijpelijke snelheid vloeit de stroom tusschen deze rotsen door; de zwaarste boomen worden in één oogenblik tegen de rotsen verbrijzeld, terwijl het ruischen van het water alle denkbeeld overtreft. Volgens de berigten der Reizigers, wordt er inderdaad eenige moed vereischt, om het geraas des waters te hooren, en het geweld, waarmede boomen en andere voorwerpen worden voortgesleept, te aanschouwen.

Behalve dit verschijnsel, leveren vele rivieren, vooral in bergachtige Landen, een ander op, dat niet minder merkwaardig is, te weten de *watervallen* of *cataracten*. Deze ontstaan, wanneer de vlakte van den bodem, over welke eene rivier stroomt, eensklaps ophoudt, en in eene loodregte of schuine afhelling verandert. Het gezigt van zoodanigen waterval biedt een schouwspel aan, dat, bij al het ijzingwekkende, tot een der treffendste Natuurtooneelen behoort.

Onder de verschillende watervallen in *Europa* is die van den *Rijn*, nabij *Schafhausen*, het meest bekend. Het water stort zich hier, van eene 75 voet hooge rots, met zulk een geweld naar beneden, dat het zich geheel in schuim oplost. Het gedruisch van dezen waterval is boven alle beschrijving vreesselijk en ontzettend. Bij dag hoort men het, op den afstand van eene halve mijl, als het geraas van eene menigte watermolens; bij de stilte van den nacht veel verder. Aan het begin van den val is de stroom 200 schreden breed; beneden aan den voet, van waar de *Rijn* weder rustig zijnen loop voortzet, bedraagt de breedte

500 schreden. — Behalve deze, vindt men in *Europa*, vooral in *Zwitserland*, eene menigte watervallen, waaronder vele hoogst merkwaardig zijn. Echter haalt geen hunner bij den algemeen bekenden val van *Niagara*, in *Noord-Amerika*.

De *Niagara-rivier* is eene uitvloeijing van het meer *Erie* in het meer *Ontario*, twee groote meren in *Kanada*. Zonder den waterval, zou deze rivier, die niet langer dan ruim 9 uren is, weinig belangrijks opleveren. Bij het uitvloeijen der *Niagara*, uit het meer *Erie*, is zij omtrent 900 voeten breed en zeer diep. Tegen de helft van hare lengte, wordt haar loop, zoo door het opnemen van eene andere rivier, als door het zamendringen tusschen eenige rotsen, gedurig sneller en geweldiger. Kort vóór den val wordt de vloed door een rots-eiland gesplitst, zoodat het water op twee plaatsen naar beneden stort, waardoor de pracht van den val niet weinig verhoogd wordt. De meest verbazende van deze beide watervallen is die, welke bekend is onder den naam van *Hoefijzer-val*. De hoogte van dezen val berekent men op 143 voet, terwijl die van den anderen 163 voet bedraagt. De mindere hoogte van den *Hoefijzer-val* maakt, dat verreweg de grootste hoeveelheid water daarlangs naar beneden stort. Men schat zijne breedte op 1800 voet en die van den anderen op ruim 1000 voet; terwijl de massa water, die elke minuut, met een donderend geraas, nederstort, op 672000 tonnen begroot wordt. In de nabijheid is dit geraas zoo sterk, dat men elkander niet kan toespreken. Volgens de berigten van onderscheidene Reizigers, verneemt men het gedruisch van den val reeds op een' afstand van 18 uren. Het nedergestorte water bruist, tot 40 voet hoog, wederom naar boven, en wordt, gedeeltelijk als magtige watergolven, gedeeltelijk in schuimwolken opgelost, weder naar den voet des vals teruggeworpen. Te gelijker tijd stijgen wolken van fijnere waterdampen hoog in de lucht, en vertoonen zich, tot ver in het land, als rookzuilen, welke, wanneer de zonnestralen daarop vallen, de fraaiste regenbogen voortbrengen. Onmiddellijk onder den val ziet men bestendig dikke water-massa's als ronde koepels opzwellen, en vervolgens van boven plotseling barsten, terwijl naauwe-

lijks de eene verdwenen is, of eene andere verschijnt weder in hare plaats. In den winter daalt de hierdoor voortgebragte nevel op de omliggende landstreek neder, en tooit de takken der boomen met ijskristallen, die, door de zon verlicht, naar prachtige edelgesteenten gelijken. Aan het einde van den waterval is, door de nedergeworpene rots- en aardklompen, door den tijd een tamelijk groot eiland gevormd, het *Arends-eiland* geheeten, omdat zich daar steeds eene groote menigte van arenden en andere roofvogels verzamelt, die hier op de door den val gedoode dieren azen. Reeds lang vóór den val wordt, door de genoemde oorzaken, de loop van het water zoo snel, dat het alles, wat in de nabijheid van den val komt, visschen, watervogelen van allerlei soort, onwederstaanbaar met zich voortsleept, en, half verbrijzeld, in de diepte nederwerpt. Watervogelen inzonderheid, die, bij groote scharen, uit het meer *Erie*, de *Niagara* afzwemmen, worden met geweld voortgestuwd; te vergeefs klapwieken zij uit alle magt, en pogen zich uit het water op te heffen: de woeste stroom laat zijne prooi niet los. Onbeschrijfelijk voorzeker moet de indruk zijn, dien de beschouwing van zulk een ontzettend verheven Natuurtooneel te weeg brengt!

Keeren wij na dit, zoo ik vertrouw, niet onbelangrijk uitstapje, tot den loop der rivieren terug, en zien wij, welke bijzonderheden zij ons, bij hare verdere strooming, ter beschouwing aanbieden.

De waterbaan of de bodem, over welken het water van eene rivier loopt, wordt het *bed* of de *bedding* genoemd; hare neiging naar de dieper of lager gelegene deelen van de oppervlakte der Aarde, hare *afstrooming* of *helling*, de kanten of zijden, hare *oevers*, en wel die, welke, wanneer men eene rivier afvaart, aan de regterhand ligt, de *regter-oever*, en de tegenoverliggende, de *linker-oever;* hare uitvloeijing in de zee, of in eene andere rivier, noemt men de *monding* of den *mond*.

De *loop* eener rivier vertoont zich bestendig in menigvuldige bogten of kronkelingen, zoodat hij, zelfs in oogenschijnlijk geheel vlakke landstreken, nergens eene regte lijn uitmaakt. De oorzaken daarvan zijn voornamelijk de oneffen-

heden van de oppervlakte der Aarde, van welke de kleinste reeds toereikend zijn, om den loop eener rivier te veranderen, dewijl het water, steeds het laagste punt zoekende, langs die grootere of kleinere verhevenheden heen vloeit. Over het algemeen neemt de breedte van eene rivier toe, naar mate van hare verwijdering van den oorsprong en hare vereeniging met andere rivieren; bij hare monding is deze het grootst. Hierop zijn evenwel enkele uitzonderingen. De breedte hangt, namelijk, niet alleen af van de hoeveelheid water, maar ook van de gesteldheid van den grond, over welken het stroomt. In vlakke landstreken zijn de rivieren meer breed dan diep, omdat zij door niets verhinderd worden, zich zijdelings uit te breiden. Vandaar, dat in *Zuid-Amerika*, waar, zoo als gij u herinneren zult, de meest uitgestrekte vlakten zijn, ook de meest breede rivieren worden aangetroffen. In bergachtige streken heeft natuurlijk het tegenovergestelde plaats.

Door de *afstrooming* of *helling* eener rivier verstaat men de afwijking van de zuiver horizontale of waterpasse rigting. Deze helling is natuurlijk niet bij alle rivieren dezelfde; zelfs bespeurt men, op onderscheidene plaatsen van dezelfde rivier, hierin een aanmerkelijk verschil, hetwelk door de meerdere of mindere verhevenheid van den grond veroorzaakt wordt. Uit deze helling van den loop eener rivier kan men dus, gelijk ik u bij de beschouwing van de bergen reeds deed opmerken, tot de hoogere of lagere ligging van een Land besluiten. Zoo moet, bij voorbeeld, *Zwitserland*, in vergelijking van *Frankrijk*, *Duitschland* of *Italië*, hoog gelegen zijn, dewijl van daar zich wel rivieren naar de laatstgenoemde Rijken uitbreiden, doch geene enkele uit die Landen naar *Zwitserland* stroomt, gelijk ook ons laaggelegen Vaderland het water uit de omliggende Rijken ontvangt. Daar de meeste rivieren uit bergen ontspringen, zoo gebeurt het dikwijls, dat van verschillende bronnen uit denzelfden berg het water naar zeer ver van elkander gelegene oorden der wereld gevoerd wordt, zoo als, onder andere, de Russische rivieren de *Wolga*, de *Don*, de *Dnieper* en de *Dwina*, die alle op geringen afstand van elkander ontspringen, en eene zeer uiteenloopende rigting volgen; de

eerste ontlast zich in de *Kaspische Zee*, de tweede en derde in de *Zwarte Zee* en de laatste in de *Oostzee*. Hoogst opmerkelijk is te dien aanzien een punt in de nabijheid van *Freyburg*, aan het einde van het zoogenoemde *Mitterdal*. Van een aldaar staand huis is het dak derwijze gesteld, dat het water uit de goot aan den eenen kant in den *Rijn*, en aan den anderen kant in den *Donau* vloeit, en dus met deze rivieren, zoowel naar de aan de westelijke zijde van *Europa* gelegene *Noordzee*, als naar de ten oosten van dit werelddeel liggende *Zwarte Zee* stroomt. — Behalve bij het begin van den loop eener rivier, is over het algemeen de helling der rivieren gering, en wel te minder aanmerkelijk, naar mate zij de uitvloeijing nadert. Van twee rivieren in het vlakke *Oost-Vriesland* heeft men de helling, naauwkeurig berekend, bevonden te zijn, op 1000 voeten afstands, bij de eene $\frac{1}{7}$ en bij de andere $1\frac{1}{3}$ duim. De helling van den *Rijn* bedraagt van *Schafhausen* tot *Straatsburg* 778 voet, van daar tot *Dordrecht* 478, dat is, door elkander genomen, twee voet op de mijl, en van *Dordrecht* tot aan de *Noordzee* slechts 4 duim op de mijl.

Het is niet onbelangrijk te weten, hoe men deze helling der rivieren berekent; waarom ik u hiervan eenig denkbeeld zal trachten te geven.

De bepaling van de helling eener rivier noemt men *watermeting*, of, met een vreemd woord, *nivellering*. Men bedient zich daartoe van een Wiskundig werktuig, *watermeter* of *waterpasser* genoemd. Dit werktuig bestaat voornamelijk uit een' verrekijker, dien men door een hanglood, of door andere middelen, in eene volkomen horizontale rigting kan brengen. Deze verrekijker is voorzien van twee draden, die elkander regthoekig doorsnijden, zoodat zij een regtopstaand kruis vormen, waarvan het snijpunt, of het punt, waar zich de beide draden vereenigen, juist in het middelpunt van den kijker valt. Wanneer men zich van dit werktuig bedienen wil, zoo plaatst men het op een zeker punt van den oever in de vereischte horizontale stelling, en laat, op eenigen afstand, aan denzelfden oever, een' staak loodregt in den grond plaatsen, waaraan een zwart bord, voorzien van twee witte strepen, die zich insgelijks regthoekig doorsnijden, zoodanig

is vastgemaakt, dat het, naar bevind van zaken, hooger of lager kan geschoven worden. Is nu het bord zoodanig geplaatst, dat het snijpunt van het daaropstaande witte kruis met het snijpunt der draden van den verrekijker, in het oog des waarnemers, juist eene regte, volmaakt horizontale lijn uitmaakt, dan geeft het verschil in de hoogte der beide kruisen, boven de oppervlakte van het water, de helling der rivier te kennen.

De *snelheid* eener rivier is, even als de helling, zeer verschillend, en insgelijks bij eene zelfde rivier niet overal gelijk. Zij hangt niet alleen af van de helling, maar ook van de breedte en diepte der rivier, van de gesteldheid der bedding en van de meerdere of mindere bogten, welke haren loop aanwijzen. Over het algemeen hebben wel die rivieren, welke het meest hellende zijn, den snelsten loop; evenwel is de helling niet de eenige oorzaak van deze snelheid. Dit blijkt, onder andere, uit den loop der *Rhone*, eene rivier in *Frankrijk*, die in *Zwitserland* ontspringt, en door het *Meer van Geneve* heenvloeit. Men heeft bevonden, dat deze rivier bij haren mond 1128 Parijsche voeten lager is, dan aan de oppervlakte van het *Geneefsche Meer*, en dat zij, volgens deze helling, in eene sekonde 260 Parijsche voeten zou moeten afleggen, terwijl hare snelheid, aan hare uitvloeijing in de zee, ten hoogste 5 voet bedraagt. Door elkander kan de snelheid der rivieren op niet meer dan 3 of 4 voet in eene sekonde gerekend worden.

Wordt de snelheid eener rivier sterker, naar mate zij langs eene grootere helling afwaarts vloeit, even zoo neemt ook deze snelheid toe, wanneer vermeerdering van water eene meer sterke drukking op de onderliggende waterdeelen uitoefent, die daardoor met meer kracht worden voortgestuwd, en hunne versnelde beweging ook aan de overige watermassa mededeelen; toeneming van water vermeerdert dus ook de snelheid der rivieren. Wij bespeuren dit reeds bij elke beek na het smelten der sneeuw in de lente. Hoe meer de beek aanzwelt, hoe sneller haar loop wordt, zoo zelfs, dat anders onbeduidende vlietjes dikwijls groote verwoestingen kunnen aanrigten, waarvan menigvuldige voorbeelden op te geven zijn. — Wanneer, bij dezelfde of bij toenemende hoe-

veelheid water, het bed der rivier naauwer wordt, zoo wordt ook, in dezelfde evenredigheid, de snelheid der rivier grooter; dit ziet men onder andere overtuigend, wanneer een anders langzaam vlietend water door de bogen eener vastliggende brug, of door andere omstandigheden, ingedrongen wordt; het neemt alsdan dikwijls eene snelheid aan, die den schippers groote voorzigtigheid aanbeveelt. Uit het aangevoerde betreffende de rivier *Connecticut*, is u gebleken, hoe verbazend deze snelheid door zamenpersing worden kan. — Bij voor het overige gelijke omstandigheden, zal eene breede rivier ook meer snelheid hebben dan eene smallere, daar deze laatste meer aan schuring of wrijving onderhevig is. Ook heeft de gesteldheid van den bodem grooten invloed op de snelheid der rivier. Eene effene bedding laat het water ligter over zich heenschuiven, dan wanneer, zoo als bij de meeste rivieren het geval is, de bodem zeer oneffen, met steenen, rotsklompen, zandbanken, waterplanten en dergelijke zelfstandigheden bedekt is. De algemeene rigting van den loop wordt daardoor, als 't ware, in ontelbare kleine stroomingen verdeeld, die gedeeltelijk tegen elkander inloopen, waardoor noodzakelijk eene belemmering in de snelheid van den vloed veroorzaakt wordt. Even zoo zijn ook de menigte bogten en kronkelingen van eene rivier als zoo vele hindernissen in hare snelheid aan te merken, omdat hierdoor de stroom telkens zijne rigting moet veranderen, zoodat het minder getal bogten in eene rivier de snelheid vermeerdert. Uit dit een en ander zal het, vertrouw ik, duidelijk zijn, dat, zelfs in dezelfde rivier, op onderscheidene plaatsen de snelheid zeer verschillend is.

Door de wrijving of schuring eener rivier langs hare oevers, stroomt het water langs de kanten en bij de bedding veel langzamer dan in het midden en aan de oppervlakte. Die sterkere strooming in het midden heeft ten gevolge, dat de grond hier ook het meest uitgehoold, en de rivier het diepst is; want hoe sneller het water over den bodem vloeit, met zooveel te meer kracht schuurt het er over heen, maakt daardoor de aarddeeltjes los en voert die mede. Men noemt deze plaatselijk meerdere snelheid de *stroombaan*. Die baan ligt echter niet altijd in het midden

der rivier, maar nu eens nader bij den eenen, dan nader bij den anderen oever, al naar de verschillende gesteldheid van de bedding en de onderscheidene rigtingen, welke de stroom door de menigte bogten aanneemt. — Door de meestal in het midden der rivier gelegene stroombaan, laat zich ook het zonderling verschijnsel verklaren, dat het water aldaar hooger staat dan aan de beide oevers. Deze afwijking van de waterpasse oppervlakte bedraagt somtijds drie voet. Zeer digt bij de oevers verheft het water zich echter weder een weinig, door de aantrekkingskracht, welke het land daarop uitoefent. In de nabijheid van de uitwatering der rivier in de zee heeft juist het tegendeel plaats, omdat alsdan, vooral bij den vloed, het water uit de zee tegen den loop der rivier komt instroomen, en aan de kanten, door de mindere snelheid aldaar, ook minder tegenstand ondervindt dan in de stroombaan; het water verheft zich dus daar aan de kanten het meest, en is in het midden het laagst.

Om de snelheid eener rivier te bepalen, bedient men zich van onderscheidene middelen. De eenvoudigste wijze is deze: Men werpt eenige houten bollen, van dezelfde zwaarte als de hoeveelheid water, welke zij wegdrukken, in het water, en wel juist in de stroombaan, terwijl men naar den sekondewijzer van een horologie naauwkeurig den tijd waarneemt, binnen welken de bollen een zeker gedeelte der rivier doorloopen. Door nu den verloopen' tijd met den afgelegden afstand te vergelijken, vindt men de betrekkelijke snelheid, althans van dat gedeelte der rivier. Andere, meer zamengestelde werktuigen wijzen de betrekkelijke snelheid, ook op verschillende diepte, aan.

Een en andermaal heb ik u reeds gesproken over de hoeveelheid water, welke door deze of gene rivier in de zee wordt uitgestort; misschien hebt gij vermoed, dat dit louter gissing was; verre van daar, mijne vrienden! men kan dit vrij naauwkeurig bepalen; het volgende zal doen zien, op welke wijze. — Wanneer men de hoeveelheid wil berekenen van het water, dat eene rivier in zekeren tijd levert, dan bepaalt men vooraf eene dwars-doorsnede (*profil*); terwijl men van den eenen oever tot den anderen zorgvuldig de onderscheidene diepte meet. Daarna berekent

men den vlakken inhoud dezer doorsnede, door hare breedte met de gemiddelde diepte te vermenigvuldigen, en meet daarna de snelheid van het water op onderscheidene diepten, om alzoo de gemiddelde snelheid van die plaats te ontdekken; deze vermenigvuldigt men weder met den bekenden vlakken of vierkanten inhoud der doorsnede, en de uitkomst zal vrij naauwkeurig de hoeveelheid water, welke in eenen bepaalden tijd langs die plaats gestroomd is, aanduiden. Een enkel voorbeeld zal u dit alles meer duidelijk maken. Gesteld, dat de breedte van eene rivier op zekere plaats 100 Ned. ellen is, de diepte, op eene lengte van 20 Ned. ellen, 1 el, 40 el van 3 el diepte en de overige 40 el van 4 el diepte, dan zal de gemiddelde diepte zijn 3 ellen, en dus de vierkante inhoud der doorsnede 3 maal 100, dat is 300 vierkante ellen; wanneer men nu verder bevindt, dat de gemiddelde snelheid bedraagt 1 el in iedere sekonde, dan zou de hoeveelheid water, welke door deze rivier in eene sekonde werd voortgestuwd, bedragen 300 maal 1, dat is 300 kubieke ellen.

Ik heb u daareven gezegd, dat het rivierwater, door schuring of wrijving langs de oevers en over de bedding, een gedeelte der daar aanwezige aard- of kleideelen medevoert; ook heb ik u vroeger reeds aangetoond, dat deze aldus medegevoerde deelen op andere plaatsen weder zakken of bezinken, en wel op zulke plaatsen vooral, waar de strooming het minst sterk is. De minste strooming vindt men natuurlijk achter uitstekende punten, waar de stroom, als 't ware, voorbijschiet; hier ontlast zich alzoo het water van de medegevoerde stoffen, en aldaar heeft dus eene zoogenaamde *verlanding* of aanwinst van land plaats. Ligtelijk begrijpt gij nu, dat men deze aanwinst van land kan bevorderen door het aanleggen van *kribben*, die gij zeker alle kent. Wanneer men namelijk door eene krib den aandrang van den stroom heeft kunnen afkeeren, zoo heeft natuurlijk achter deze eene vermindering van snelheid en, bij gevolg, eene bezinking van aarddeelen plaats. In sommige gevallen wordt door zoodanige kribben de gesteldheid der rivier benadeeld, hoewel men er ook, tot eene voordeelige rigting der rivier, dikwijls een doelmatig gebruik

van kan maken. Door de goede gesteldheid eener rivier, verstaat men zoodanige rigting, waardoor zij zich het best van den grooten aandrang van water ontlasten kan, zonder nadeelige gevolgen aan de oevers of dijken te veroorzaken; die rigting dus, waarin het water zijne natuurlijke neiging kan volgen, zonder in zijnen loop te veel door kronkelingen of bogten te worden tegengehouden. Daar er nu geene volmaakt regtlijnige rivier bestaat, zoo wordt zij, door de bestaande kronkelingen, steeds meer bogtig, omdat door den aanvallenden stroom, waaraan de uitstekende punten zijn blootgesteld, de grond bestendig afkabbelt, welke aarddeelen zich op andere plaatsen weder vergaderen, en dus nieuwe uitstekende punten daarstellen. In dergelijke gevallen kan het zeer noodzakelijk zijn, den stroom, door kribben, op die uitstekende punten te rigten, welke, ten gevolge hiervan, verliezen, waardoor aan de overzijde zoodanige plaatsen, die vroeger door den stroom hebben geleden, nu weder worden aangevuld. Wanneer op deze wijze het voortwoelen van het water niet wordt tegengegaan, zou, na verloop van jaren, eene rivier niet alleen eene geheel andere gedaante verkrijgen, welke, bij den minst hoogen vloed, overstroomingen en dijkbreuken zou veroorzaken, maar tevens het bed der rivier geheel kunnen verlegd worden.

Tegen de nadeelen, welke somtijds door den bogtigen loop der rivieren worden aangebragt, staan echter groote voordeelen over, die ons de wijsheid van den Almagtigen Bestuurder der Natuur weder luisterrijk aantoonen. Wanneer toch de rivieren in eene regte lijn stroomden, zouden zij te spoedig voortsnellen, om bevaarbaar en vischrijk te zijn, en het water zou te schielijk in zee storten, om bestendig een' genoegzamen toevoer voor de vereischte diepte te ontvangen; reeds nu ondervindt de scheepvaart, op sommige rivieren, in den zomer, dikwerf belemmering door gebrek aan water, hetgene, bij eene regtlijnig voortgaande rigting, zeker overal het geval zou zijn. Behalve dat, zouden zij in dat geval te weinig Landen doorloopen, en dus hare weldadige zegeningen alleen tot enkele streken bepalen. — Over de gesteldheid der rivieren, bij ha-

ren mond of uitvloeijing in zee, heb ik in de zevende lezing reeds gesproken, zoodat wij nu de rivieren van haren oorsprong tot hare uitwatering hebben nagegaan en de voornaamste bijzonderheden leeren kennen.

Het groot belang, dat wij, Nederlanders, bij de rivieren hebben, heeft mij tot meer uitvoerigheid van hare behandeling gedrongen; want, hoewel wij, door de vlakke ligging van ons Vaderland, en de daardoor veroorzaakte mindere helling van de bedding der rivieren, aan menigvuldige overstroomingen blootgesteld zijn, zoo zijn, ook juist daardoor, de rivieren voor ons van te uitgebreider nut: eensdeels omdat zij daardoor vischrijker zijn, en de vaart er op gemakkelijker is, en, ten andere, omdat zelfs die overstroomingen, wanneer zij van geenen geweldigen aard of met dijkbreuken vergezeld zijn, door de medegevoerde slib of slijk, aan onze uiterwaarden (buitendijks gelegene landen) eene heilzame bemesting verschaffen. — Het zijn echter deze voordeelen niet alleen, welke de rivieren voor ons zoo belangrijk maken, geheel het menschdom geniet met ons de talrijke zegeningen, welke de alom verspreide rivieren aanbrengen, en die ons, in hare vorming, zoo zigtbaar de wijze en liefderijke beschikkingen van het Opperwezen aantoonen. Door van hooggelegene plaatsen met eene snelle vaart te stroomen, maken zij het vervoer van allerlei goederen en van de voortbrengselen der aangelegene Landen hoogst gemakkelijk, en bevorderen daardoor, alsmede door vereeniging met de zee, den Koophandel; alle onreinheden van landen en steden nemen zij op, en voeren die tot in het hart der zee: zij bevorderen dus de zindelijkheid en daardoor de gezondheid der menschen; door de kracht des strooms brengen zij molens en andere werktuigen, ten nutte der menschheid, in beweging, en geven, na eenen algemeen weldadigen loop volbragt te hebben, aan de zee het door uitdamping verloren water weder.

Behalve voor ons Vaderland, zijn zij ook nog voor sommige andere Landen van een meer bepaald, doch onwaardeerbaar nut; hetgene ik nog, tot besluit dezer lezing, met een enkel voorbeeld zal staven.

Het is alleen aan de rivier den *Nijl*, dat *Egypte* deszelfs van ouds bekende vruchtbaarheid te danken heeft. — Bij eene vorige lezing heb ik u reeds doen opmerken, hoe er in de verzengde luchtstreek en in hare nabijheid geen eigenlijke winter is, maar alleen een kortere of langere regentijd. Deze regentijd begint voor de Landen ten noorden des evenaars gewoonlijk in April, en duurt, met korte tusschenpoozingen, tot October of November. Alle vloeden beginnen in dien regentijd te zwellen, en buiten hunne oevers te treden. Dit gebeurt dus ook met den *Nijl;* van het begin van Mei wast deze rivier dagelijks. Tegen de helft van Junij begint ieder in *Egypte* op de hoogte des *Nijls* opmerkzaam te worden; dagelijks wordt hij des morgens en des avonds onderzocht, en de hoogte des waters openlijk bekend gemaakt door eenen daartoe opzettelijk aangestelden persoon. Men spreekt van niets anders dan van het wassen des *Nijls*. Ieder verheugt zich, wanneer het sterk toenemen des waters vruchtbaarheid en overvloed belooft, en wordt neêrslagtig, wanneer het water weinig wast of op dezelfde hoogte blijft. Het openlijk bekend maken van den stand des waters duurt zoo lang, tot het tot 24 el gestegen is. Als het de hoogte van 16 el bereikt heeft, moeten de pachters een derde gedeelte van hunne huur vooruitbetalen; blijft het onder deze hoogte, dan betalen zij niets. — In de nabijheid van de uitwatering dezer rivier stijgt het water niet hoog genoeg, om het land behoorlijk te overstroomen, waarom men daar tot watermolens en andere werktuigen zijne toevlugt nemen moet. — De overstrooming begint gewoonlijk met het einde van Julij, en duurt tot het einde van October voort; heeft het water in dien tijd de gevorderde hoogte bereikt, dan kan men zeker zijn, in de maand April eenen rijken oogst te hebben. — Zonder deze overstrooming zou het vruchtbare *Egypte* niet bewoonbaar zijn, daar het in de meeste streken bijna nooit regent. — En zoo zorgt dus ook hier Gods liefderijke Voorzienigheid, dat het gemis van een voorregt, door het genot van een ander, ruimschoots vergoed wordt.

VEERTIENDE LEZING.

Over den dampkring der Aarde.

Nu, mijne vrienden! zullen wij de oppervlakte der Aarde verlaten, om die vloeistof, welke haar van alle zijden omringt, en die wij *dampkringslucht*, gewoonlijk eenvoudig *lucht*, noemen, nader te beschouwen. Dit onderwerp is der beschouwing overwaardig, want waar wij zijn, overal zijn en bewegen wij ons in de dampkringslucht. Zonder deze zou mensch noch dier, boom noch plant kunnen bestaan; geen vuur zou kunnen branden, — in één woord, de geheele Aarde zou in een' woesten stofklomp veranderen.

Na eenige voorafgaande algemeene aanmerkingen over den dampkring, wil ik u eerst de bijzondere bestanddeelen van de dampkringslucht opgeven, om daarna hare voornaamste eigenschappen nader met u te overwegen.

Zeer vele menschen maken zich van de dampkringslucht, of, zoo als men het gewoonlijk noemt, de *lucht*, een zeer verkeerd denkbeeld. Zij verwarren haar namelijk met het azuren gewelf, dat zich boven ons vertoont en *uitspansel* genoemd wordt. De uitdrukkingen: *de sterren fonkelen aan de lucht*, *de lucht is bewolkt* of *helder*, en dergelijke meer, zijn dus in den eigenlijken zin geheel verkeerd, hoewel het gewone spraakgebruik ze eenigermate heeft gewettigd.

Door dampkring verstaat men de lucht, welke, als een uitgehoolde bol, onze Aarde tot op zekere hoogte omringt, waarin alle dampen, die de Aarde uitwasemt, opstijgen. Verscheidene Natuuronderzoekers hebben beproefd, de grenzen van dezen luchtkring te bepalen, zonder hierin volkomen te slagen. Eenige hebben getracht, zijne hoogte te berekenen naar de morgen- en avondschemeringen, welke, zoo als wij vroeger zagen, ontstaan door de breking der lichtstralen in denzelven; volgens hen, zou de dampkring onze Aarde tot op bijna 16 mijlen afstands omringen. — Daar de deelen des dampkrings, hoe fijn ook, toch altijd *stoffelijk* zijn, en dus zwaarte hebben, moeten zij ook, volgens de algemeene wet der zwaartekracht, eene neiging of

aantrekking tot de Aarde hebben, waaruit volgt, dat de dampkring in de nabijheid der Aarde digter moet zijn dan op verderen afstand van haar.

De lucht van onzen dampkring bestaat uit twee in aard en werking zeer verschillende bestanddeelen, die men *zuurstoflucht* en *stikstoflucht* noemt. Naauwkeurige proefnemingen hebben doen zien, dat er van de laatste luchtsoort drie vierde gedeelten en van de eerste één vierde in de dampkringslucht aanwezig is. Deze proefnemingen zijn voor ieder gemakkelijk te doen. Wanneer men namelijk op eenen schotel met water een kaarsje of eenig ander brandend ligchaam plaatst, en over dit licht een omgekeerd bierglas zet, zal men bevinden, dat het licht langzamerhand vermindert, en eindelijk geheel uitdooft. Nadat het glas bekoeld is, ziet men, dat het water omstreeks tot een vierde der ruimte er in is opgeklommen; de overgeblevene lucht, die, ten naasten bij, drie vierde gedeelte dezer ruimte inneemt, blijkt dus ongeschikt te zijn, om er verbranding in te doen plaats hebben; men noemt haar *stikstoflucht*, omdat zij niet alleen het vuur bluscht, maar ook ongeschikt is voor de ademhaling. Het vierde gedeelte der lucht, dat door de verbranding verteerd is, wordt *zuurstoflucht* genoemd; deze bevordert niet slechts de verbranding, maar is ook alleen dienstig voor de ademhaling en voor de eerste ontkieming der zaden, waarom men haar ook *zuivere* of *levenslucht* noemt. Dat deze luchtsoort bijzonder geschikt is tot het bevorderen van verbranding en ademhaling, ziet men overtuigend, wanneer men ze van de *stikstoflucht* heeft afgezonderd; een gloeijend stukje hout ontvlamt er terstond in; zelfs ijzer- en staaldraad, waaraan men een aangestoken stukje zwam, of iets dergelijks, heeft vastgemaakt, brandt er in met een bijna verblindend licht en met verspreiding van schitterende vonken; een dier leeft in eene bepaalde hoeveelheid van deze lucht vijf of zes malen langer, dan in eene hoeveelheid gewone lucht. Zij wordt in de Natuur voornamelijk voortgebragt door den groei der planten, en ontbonden, of verteerd, door verrotting en vooral door de ademhaling en de verbranding.

Behalve deze beide luchtsoorten, is er nog, hoewel in

eene geringe hoeveelheid, eene derde soort in de dampkringslucht aanwezig, namelijk de *koolstofzure lucht*. Deze luchtsoort is eigenlijk meer een toevallig, dan een noodzakelijk bestanddeel der dampkringslucht. Men ontdekt haar bij alle wijn- en biersoorten, waarvan zij het schuimende uitmaakt. Zij ontstaat bij alle gistingen, verbrandingen en verrottingen; ontwikkelt zich voornamelijk in mijn- en bergwerken, alsmede in sommige holen, onder andere in de bekende *Hondsgrot*, nabij *Napels*. Voor de verbranding en ademhaling is deze luchtsoort, even als de stikstoflucht, geheel ongeschikt. Door haar ontstaan uit gisting, verbranding en verrotting, en hare meerdere zwaarte dan de dampkringslucht, waardoor zij laag bij den grond blijft, zult gij u nu kunnen verklaren, waarom, in wijn- en bierkelders, het licht nabij den grond wordt uitgebluscht; waarom het zoo gevaarlijk, ja dikwijls doodelijk is, zich in dergelijke plaatsen te begeven, wanneer zij eenigen tijd zijn gesloten geweest, en waarom het plaatsen van gloeijende kolen in kleine geslotene vertrekken zoo hoogst nadeelig kan worden. Van den anderen kant levert deze luchtsoort, zoo in de Geneeskunde als in de huishouding, belangrijke voordeelen op; door hare gemakkelijke vereeniging met water, en bijzondere geschiktheid tot oplossing van het ijzer, verkrijgt men een water, hetwelk volkomen dat der zure minerale bronnen evenaart. Zoo hebben ook het bier en de wijn hunne prikkelbaarheid en aangenamen smaak aan haar te danken; wanneer beide van koolstofzuur beroofd zijn, verliezen zij hunne voorname eigenschappen, en wij noemen beide alsdan *verschaald*.

Eindelijk is er nog, hoewel mede in zeer geringe hoeveelheid, en als eene toevallige stof op sommige plaatsen, eene vierde luchtsoort in den dampkring voorhanden, welke men *waterstoflucht* of *waterstofgas* noemt. Deze luchtsoort is mede ongeschikt voor de ademhaling, en bluscht het vuur uit, hoewel zij zelve, met de dampkringslucht in aanraking gebragt zijnde, zeer ligt ontvlamt, en daarom ook *brandbare* lucht genoemd wordt. Hierdoor is deze luchtsoort somtijds zeer gevaarlijk voor mijn- of bergwerkers, die dikwijls met een brandend licht hunnen weg door de

onderaardsche holen moeten afleggen, of, om de hardheid der steenen te onderzoeken, er met een staal vonken uit trachten te slaan, waardoor de aanwezige waterstoflucht eensklaps ontploft. Gelukkig kenmerkt zich deze luchtsoort door eenen eigenaardigen reuk, waardoor, bij de noodige voorzigtigheid, deze onheilen kunnen voorkomen worden, daar zij, door hare ligtheid, spoedig de diepten verlaat. Hoewel hare zwaarte, door meerdere of mindere vereeniging met vreemde stoffen, verschillend is, is zij echter altijd veel ligter dan de dampkringslucht; waarom men zich ook van haar bedient tot vulling der luchtbollen. Zij wordt voornamelijk uit verrotting geboren; waarom zij ook meestal haar bestaan verkrijgt uit vuile slooten en grachten, mesthoopen, kerkhoven en plaatsen, waar dierlijke of plantaardige zelfstandigheden tot bederf overgaan.

Uit de eigenschappen der vier genoemde luchtsoorten hebt gij gezien, dat slechts eene er van, de zuurstoflucht, voor ademhaling en verbranding geschikt is; onvermengd en afzonderlijk, zou zij echter den voortgang des levens te veel verhaasten en deszelfs duurzaamheid grootelijks verminderen; waarom de Goddelijke Wijsheid haar met eene andere luchtsoort vereenigde, en deze te zamen het dierlijke leven onderhouden. De zuurstof verbindt zich, in de longen, grootstendeels met het bloed, en deelt aan mensch en dier de noodige warmte mede; gewoonlijk wordt zij als koolstofzure lucht uitgeademd; terwijl de stikstof geene merkelijke verandering ondergaat, maar nagenoeg in dezelfde hoeveelheid weder wordt uitgeademd. Dan daar slechts één vierde gedeelte des dampkrings uit zuurstoflucht bestaat, zoo begrijpt gij ligtelijk de noodzakelijkheid, om de lucht bestendig te vernieuwen of te ververschen; want dewijl, bij iedere ademhaling, de levenslucht vermindert, de stikstoflucht dezelfde blijft en de koolstofzure lucht vermeerdert, zoo blijft er eindelijk niets dan voor de ademhaling ongeschikte lucht over, en mensch en dier moet in dien toestand verstikken, gelijk de ondervinding, helaas! maar al te dikwijls heeft geleerd. Een treffend voorbeeld daarvan is, onder andere, het allertreurigst lot van honderd zes en veertig Engelsche gevangenen, die, in 1756, te *Calcutta*,

eene stad in het Koningrijk *Bengalen*, in *Azië*, door de barbaarschheid van eenen vijandelijken Bevelhebber, des avonds ten 7 ure in een eng kerkerhol van slechts 18 vierkante voeten werden opgesloten, waar zij alleen door een klein met traliën voorzien venster lucht konden scheppen. In minder dan één uur werden verscheidene van die ongelukkigen zoo doodelijk benaauwd, dat de gevangenis van hun wanhopig geschreeuw weêrgalmde. Alle werden door eenen smachtenden dorst gekweld, zoodat het geroep om water tot in de verte gehoord werd, maar niet tot in het hart hunner onmenschelijke wachters doordrong. Eindelijk echter ontfermden zich eenige van deze over hen, en bezorgden hun drinken; doch het leschte hunnen dorst niet. Vóór elf ure waren er reeds verscheidene van benaauwdheid gestikt, en in eene geweldige razernij gestorven. Omstreeks middernacht waren al de nog levenden, uitgezonderd sommige, die bij het venstertje stonden, uitzinnig, ja razend dol. Ook deze laatste vervielen eindelijk in zoodanige wezenloosheid, dat zij van het verder voorgevallene, tot op het oogenblik hunner loslating, niets meer wisten. Toen zij den volgenden morgen, ten zes ure, werden uitgelaten, waren er slechts drie en twintig, die dit moordhol levend, hoewel met eene sterke rotkoorts, verlieten, zoodat, binnen den tijd van elf uren, honderd drie en twintig menschen, onder de ijsselijkste benaauwdheden, waren omgekomen.

Misschien maakt iemand uwer, de noodzakelijkheid der zuurstof tot onderhoud des levens overwegende, zich bekommerd, dat eindelijk, door de gestadige inademing van zoovele millioenen menschen, als er op de Aarde leven, de voorraad van levenslucht zou kunnen opraken, en de dampkring geheel van levenslucht beroofd worden. Neen, mijne vrienden! hiervoor heeft de oneindige liefde van den Almagtige Vaderlijk gezorgd. Op zijn bestel, heeft er bij het Groeijend Rijk juist het tegenovergestelde plaats van datgene, hetwelk wij bij menschen en dieren opmerken. De planten namelijk ademen stik- en koolstoflucht in, en levenslucht uit. Zoo bevorderen dus menschen en dieren, door hunne in- en uitademing, den groei der planten,

en, omgekeerd, bewijzen deze ons dezelfde dienst. Wie bewondert in deze schikking niet de oneindige grootheid van den Schepper aller dingen; doch, wat zeg ik? bewonderen! neen, dankbaar aanbidden is hetgene ons betaamt, bij de beschouwing van zooveel wijsheid en liefde!

Dat de dampkringslucht een stoffelijk, ligchamelijk wezen is, heb ik u reeds bij het begin dezer lezing gezegd; hierdoor moet zij natuurlijk ook al die eigenschappen bezitten, welke aan andere ligchamen eigen zijn. Zij moet dus vooreerst *ondoordringbaar* zijn en *tegenstand* bieden. — *Ondoordringbaarheid* noemt men die eigenschap der ligchamen, door welke zij andere ligchamen beletten hunne plaats in te nemen. Dat werkelijk de dampkringslucht deze eigenschap bezit, blijkt onder andere daaruit, dat het water niet in een vat of glas kan opklimmen, wanneer het omgekeerd onder water gedrongen wordende, de onder het vat of glas aanwezige lucht het water belet, in hare plaats te komen. Op grond hiervan kan men met duikelaarsklokken, welke ik u in de elfde lezing heb omschreven, tot op den bodem der zee afdalen, zonder hinder van het water te ondervinden.

De *tegenstandbieding* der dampkringslucht ontwaart men duidelijk, wanneer men snel loopt, of op eene andere wijze zich met eenige snelheid beweegt; zonder deze zou ook een ijzeren en kurken bal even spoedig van zekere hoogte op den grond vallen, hetgene nu niet gebeurt, daar de ligte kurken bal, door den tegenstand der lucht, zoo zeer in zijnen val vertraagd wordt, dat hij bij den ijzeren ver achter blijft. Wanneer wij deze eigenschap toepassen op den in den dampkring naar beneden vallenden regen en hagel, dan zien wij overtuigend hare gezegende uitwerking. Door de zwaartekracht, van welke ik in eene vroegere lezing reeds gesproken heb, vallen alle ligchamen, met eene steeds toenemende snelheid, naar de Aarde, terwijl die kracht toeneemt naar evenredigheid der meerdere snelheid. Men heeft bevonden, dat een vrij vallend ligchaam, in de eerste sekonde, 15 voet aflegt; in de tweede, 3 maal 15 of 45; in de derde, 5 maal 15 of 75 voet, en zoo verder, telkens 2 maal 15 voet meer. Als men nu

met deze snelheid de verbazende hoogte vergelijkt, van welke regen en hagel neêrvallen, dan gevoelt gij, welk een ontzettend vermogen zij daardoor zouden verkrijgen. Eene enkele regenvlaag of hagelbui zou alles, wat groeit en leeft, verpletteren, zoo de Goddelijke Wijsheid niet aan de dampkringslucht het tegenstandbiedend vermogen geschonken had.

Eene nog belangrijker eigenschap van de dampkringslucht, is hare *veêrkracht.* Door veêrkracht der lucht verstaat men het vermogen, om in eene kleinere ruimte zamengeperst te worden, en zich, na het ophouden der zamendrukkende kracht, weder uit te zetten. Vele andere veêrkrachtige ligchamen verliezen dit vermogen door aanhoudende spanning; bij de lucht is dit het geval niet. Verscheidene Natuurkundigen hebben de lucht zestien ja twintig jaren zamengeperst gehouden, en bevonden haar, na dezen geruimen tijd, nog even veêrkrachtig. — Het belangrijkst gevolg van deze eigenschap der dampkringslucht is het *geluid*, onder welken naam men alles verstaat, wat door het oor gehoord kan worden. Het geluid ontstaat door verschillende oorzaken; in het algemeen kan men hieromtrent aanmerken, dat het wordt voortgebragt door eene trillende beweging van een veêrkrachtig ligchaam, of van deszelfs deelen: veêrkracht is dus een noodzakelijk vereischte voor een geluidgevend ligchaam. Dat werkelijk het geluid door eene schommelende of slingerende beweging der ligchamen wordt daargesteld, kan men, onder andere, daaruit afleiden, dat de klank van eene klok ophoudt, wanneer men haar aanraakt, omdat alsdan deze slingeringen belet worden. Zal eenig verwijderd geluid tot ons oor worden overgebragt, dan moet er iets zijn, dat deze werking verrigt, en dit is de dampkringslucht. Deze ontvangt even zulke schommelingen en slingeringen als het geluidgevend ligchaam, en deelt die door hare veêrkracht aan de omringende lucht mede, waardoor het oor eenen indruk ontvangt, welke met het geluid overeenkomt. De voortplanting van het geluid, door de veêrkracht der lucht, vooroorzaakt, door bijkomende omstandigheden, somtijds een zonderling verschijnsel, hetwelk onder den naam

van *echo* bekend is. Wanneer namelijk de trillende beweging der lucht tegen eenig voorwerp stuit, dat door zijnen vorm eene bijzondere geschiktheid heeft, om deze beweging terug te kaatsen en de luchttrillingen bijeen te houden, dan hoort men eene herhaling van het oorspronkelijk geluid, en dit is het, wat men *echo* noemt. Wordt het geluid van zoodanig voorwerp tegen een ander gekaatst, dat insgelijks eene geschikte gedaante heeft, om de luchttrilling terug te drijven en vereenigd te houden, dan ontstaat er eene dubbele echo. Men heeft op die wijze echo's, die de klanken drie, vier en zelfs nog meer malen herhalen.

Door de veêrkracht der dampkringslucht genieten wij dus al de voordeelen van het onschatbaar spraakvermogen, en wordt ons gevoel gestreeld en onze ziel tot vreugde, ja tot Godsdienstige aandoeningen gestemd door de welluidende toonen der muzijk. Behalve dat is de veêrkracht der lucht oorzaak van de werking der luchtpomp, door middel van welke de gewigtigste ontdekkingen in de Natuurkunde gedaan zijn, alsmede van den wind, waarover ik u later zal onderhouden; zoodat ik geloof, niet te veel gezegd te hebben, toen ik u deze eigenschap der dampkringslucht als hoogst belangrijk heb opgegeven.

Ten aanzien van eene andere eigenschap der dampkringslucht, de *zwaarte*, dient opgemerkt, dat zij natuurlijk de lucht bij de oppervlakte der Aarde het meest zamenperst, waardoor zij in hooger streken van den dampkring allengs ijler of dunner wordt. Liet de dampkringslucht zich nu niet zamendrukken, dan zou zij nabij de Aarde even ijl zijn, als in hoogere streken, waardoor zij ongeschikt zou wezen voor alles, wat groeit, leeft en ademt, omdat alsdan spoedig gebrek aan de zoo noodige zuurstoflucht zou ontstaan. Was zij daarentegen in hoogere streken van den dampkring even zamengeperst als bij de Aarde, dan zouden de lichtstralen niet genoegzaam door haar kunnen heendringen en tot ons afdalen. Wij zouden derhalve, zonder deze en de vorige eigenschap, van de onontbeerlijke levenslucht beroofd worden, of in eene voortdurende duisternis verkeeren.

Bij de beschouwing der bergen, heb ik u voorts reeds

een en ander omtrent de zwaarte der lucht medegedeeld, waarom ik er hier nog slechts enkele bijzonderheden van wil aanvoeren. Even als ik u daar uit haar de werking des barometers heb verklaard, zoo is zij ook de oorzaak van de werking onzer gewone huispomp. Door middel des barometers heeft men naauwkeurig de bepaalde zwaarte des dampkrings berekend, en bevonden, dat een volwassen mensch, wiens oppervlakte door elkander op 15 vierkante voeten geschat wordt, door de hem omringende lucht met een gewigt van 32400 pond is beladen. Misschien denkt gij, dat ik u hier een fabeltje opdisch, omdat het u moet toeschijnen, dat zulk een last ons zou doen bezwijken, ja verpletteren, en wij er ook nimmer iets van bemerken! Neen, mijne vrienden! ik spreek in vollen ernst, en hoop u terstond te overtuigen, dat wij dien last zoo gemakkelijk kunnen torschen, dat wij er zelfs niets van gewaarworden. Indien dit ontzettend gewigt op ons werkte, zonder eenige tegendrukking, dan zeker zouden wij buiten staat zijn, ons te bewegen, ja zouden zelfs door die verbazende kracht verpletterd worden. Doch de lucht vervult ook ons geheel inwendig zamenstel, en drukt, door hare veêrkracht, even sterk naar buiten, als de buiten ons zijnde lucht naar binnen. Daar dus de drukking van buiten door de veêrkracht van binnen wordt opgewogen, zoo begrijpt gij ligtelijk, dat wij noch van het eene, noch van het andere iets gevoelen. Uit het vroeger aangevoerde, betrekkelijk de inademing der lucht, zult gij gemakkelijk kunnen nagaan, dat inderdaad ons ligchaam met lucht is opgevuld, welke, zonder tegendrukking van buiten, door hare veêrkracht, het ligchaam niet alleen geweldig zou uitzetten, maar ook de bloedvaten en andere teedere deelen in een oogenblik zou verscheuren; zoodat juist deze verbazende drukking der dampkringslucht voor ons even noodzakelijk is, als de lucht, die wij inademen. Dat zij verder een' belangrijken invloed op onze gezondheid uitoefent, bespeuren wij duidelijk, wanneer door buitengewone warmte de lucht wordt verdund en dus hare zwaarte vermindert; loomheid, lusteloosheid en een gevoel van afmatting zijn daarvan de onvermijdelijke gevolgen.

Als eene laatste eigenschap der dampkringslucht, noem ik hare *doorschijnendheid.* Deze hoedanigheid bezit de dampkringslucht in eene hooge mate, zoodat geen ander ligchaam haar daarin evenaart. Immers ontdekken wij in de lucht, op kleine afstanden, volstrekt geene verzwakking van licht. Hoe nuttig deze hooge graad van doorschijnendheid is, blijkt uit hetgene daaromtrent door een groot Natuurkundige (BERGMANN) is opgemerkt: "Wanneer," zegt hij, "de lucht slechts de doorschijnendheid van het "zuiverste kristal had, zouden wij bestendig door eenen "stikdonkeren nacht omringd zijn." Ook zouden, bij mindere doorschijnendheid, die hemelligchamen, in welke wij nu de oneindige grootheid van den Schepper bewonderen, voor ons geheel onzigtbaar zijn.

Hoe vele blijken van Goddelijke Almagt en Liefde levert ons alzoo de beschouwing der dampkringslucht niet op! En hoe vele menschen ademen haar echter gedurende hun geheele leven in, zonder daarbij de grenzenlooze Liefde van den Hemelschen Vader dankbaar te erkennen! Hoe groot is dus ons voorregt, daar wij haar als eene nieuwe proef van zijne Vaderlijke Liefde leerden kennen! Maar dat dan ook dankbare wederliefde, kenbaar in een Hem welgevallig gedrag en denkwijze, ons boven anderen onderscheide; dan zal onze laatste ademtogt ons ontwijfelbaar tot het hoogste geluk en de zaligste vreugde overvoeren.

VIJFTIENDE LEZING.

Over de luchtverschijnselen.

De dampkring, over welken ik u in de vorige lezing sprak, is aan gedurige verandering onderhevig. Door velerlei oorzaken wordt er eene bestendige afwisseling van droogte en vochtigheid, sterkere of zwakkere beweging, warmte en koude en meerdere of mindere drukking in daargesteld. Deze verschillende gesteldheid van den damp-

kring veroorzaakt verschillende werkingen, welke onder den naam van *luchtverschijnselen* of *luchtverhevelingen* bekend zijn. Men onderscheidt ze in *waterachtige*, *windige*, *vurige* en *lichtende* luchtverschijnsels.

Bij de beschouwing van het vloeibare gedeelte van de oppervlakte der Aarde, heb ik u hier en daar doen opmerken, hoe er bestendig eene menigte vochtige deelen door uitdamping uit opstijgen, zich in den dampkring verheffen, aldaar tot wolken gevormd worden, en in onderscheidene gedaanten, inzonderheid als regen en sneeuw, weder op de Aarde nedervallen. Over de oorzaken dezer uitdamping wordt verschillend gedacht. Zonder u met de zeer uiteenloopende gevoelens daaromtrent lang op te houden, wil ik u alleenlijk die opgeven, welke, naar het gevoelen van bevoegde beoordeelaars, de meeste waarschijnlijkheid voor zich hebben, te weten: de warmtestof, de elektriciteit en de lucht zelve.

Hoe door warmtestof vloeibare ligchamen in dampen overgaan, kunnen wij in het verwarmen en koken van water dagelijks opmerken. Door de zwaarte der dampkringslucht, zouden deze waterdampen zich alleen met behulp van den wind tot de hoogere deelen van den dampkring kunnen verheffen, indien niet de lucht zelve eene bijzondere verwantschap met het water had, waardoor het laatste in de lucht opgelost of met haar vereenigd wordt. Door deze oplossing wordt het laagste gedeelte der dampkringslucht iets ligter, en kan dus boven de daaraan grenzende luchtlaag opklimmen, waardoor een bestendige luchtstroom naar de hoogte ontstaat. De lucht bevordert alzoo aanmerkelijk de uitdamping van den Aardbol. Ook de elektriciteit schijnt hierop een' belangrijken invloed uit te oefenen. Verscheidene proefnemingen hebben namelijk doen zien, dat iedere opstijgende damp met elektrieke stof bezwangerd is, aan welke stof men geene zwaarte kan toekennen, en die, door een, haar eigen, terugstootend vermogen, de uitwaseming en opklimming der waterdampen aanmerkelijk moet bevorderen.

Door deze drie oorzaken nu ontstaan uit de opgestegene dampen: *dauw*, *rijm* of *rijp*, *mist*, *nevel*, *wolken*, *regen*,

hagel en *sneeuw*, welke alle men onder den naam van *waterachtige* luchtverschijnselen aanduidt.

Door de verminderde warmte der benedenlucht, na den ondergang der zon, kunnen de opstijgende, of reeds tot in haar opgestegene waterdeeltjes zich niet in de lucht oplossen, of verder er in opklimmen; zij verliezen gedeeltelijk hunne warmtestof, verdikken zich tot fijne droppels, en vallen als *dauw* weder op de Aarde neder. In de gematigde luchtstreek valt de meeste dauw, in de zomermaanden, na den ondergang der zon en vóór haren opgang; in de heete luchtstreek is de dauw het overvloedigst.

Wanneer in koude Landen niet alleen de dauwdroppels, maar ook de planten en boomen, waarop zij zich zetten, van warmtestof beroofd worden, bevriezen de eerste, waardoor de laatste met eene witte naar fijne sneeuw gelijkende zelfstandigheid overdekt zijn, welke men *rijm* of *rijp* noemt. Dit heeft vooral plaats tegen het einde van den herfst, als op eenen matig warmen dag een zeer koude nacht volgt.

Wanneer, door eene of andere oorzaak, de opstijgende waterdeelen niet in de lucht worden opgelost, en dus te zwaar zijn, om hooger op te klimmen, en te ligt, om weder op de Aarde neder te vallen, dan ontstaat er een wasem, die zich zigtbaar aan ons vertoont, en *mist* of *nevel* genoemd wordt. Ingevalle deze vorming van nevel hoog in de lucht plaats heeft, noemt men de alzoo zigtbaar gewordene waterdeelen *wolken*. Dat er inderdaad tusschen nevel of mist en de wolken geen onderscheid bestaat, getuigen allen, die hooge tot aan de wolken reikende bergen beklommen hebben. Zij zagen zich daar door de wolken als door eenen nevel omgeven. De onaangename geur, dien men dikwijls bij nevel of mist bespeurt, ontstaat uit de uitgewasemde deelen van vele ligchamen op Aarde, die door de onoplosbaarheid der opgestegene waterdeelen in de lucht er mede verbonden blijven.

Men heeft ten aanzien der wolken opgemerkt, dat zij meer ontstaan in bergachtige en boschrijke streken dan in vlakten. Zelfs zijn vele, vroeger zeer vruchtbare en volkrijke plaatsen, door het uitroeijen der bosschen, in dorre van water beroofde woestijnen veranderd. Sedert men

aan de *Kaap de Goede Hoop* vele uitgestrekte bosschen heeft neërgeveld, is het er zoo veel drooger geworden, dat er de vruchten naauwelijks tot volkomene rijpheid geraken. De oorzaak hiervan laat zich ligtelijk verklaren. Naardien de opstijgende dampen, gelijk ik zoo even zeide, met elektrieke stof zijn vereenigd, moet er in de wolken eene groote hoeveelheid van die stof voorhanden zijn; deze stof heeft de eigenschap van door sommige hooge voorwerpen, en daaronder vooral bergen en boomen, zich te zien aantrekken, waardoor dus de wolken naar bergachtige en boschrijke oorden getrokken worden. Hierdoor nu laat zich tevens het drijven der wolken verklaren, waarbij echter ook de wind, die de wolken doet zamenpakken, een' belangrijken invloed uitoefent.

Wanneer deze tot wolken verheven waterdampen zich verzamelen in een gedeelte des dampkrings, dat kouder is dan zij, verliezen zij hunne dampvormige gedaante, verdikken zich tot droppels, en vallen als *regen* naar beneden. Is de lucht met veel warmte vervuld, dan wordt zij, zoo als gij reeds weet, dunner, waardoor de nedervallende regendroppels zich meer kunnen uitzetten; vandaar, dat er alleen in den zomer zware, groote regendroppels vallen. Wanneer de lucht met veel waterdeelen vervuld is, en het aldus verbroken evenwigt niet door den wind hersteld wordt, is de regen aanhoudend. Worden, in eenige streek van den dampkring, zeer vele sterk zamengeperste waterdampen, door een' plotselingen schok, zoo als, bij voorbeeld, door een' bliksemstraal, losgerukt, dan ontstaat er een geweldige regen, welken men *wolkbreuk* noemt. Gewoonlijk is het regenwater zeer zuiver, en voor vele bewerkingen of bereidingen verkieslijk boven het bron- of welwater.

Wanneer eene wolk, gereed zijnde zich in regendroppels te ontlasten, door den wind naar hoogere of koudere streken van den dampkring wordt gedreven, moeten de dampen, waaruit zoodanige wolk bestaat, zich door plotselinge verkoeling nog meer verdikken en dus grootere droppels vormen, welke droppels echter, door eene spoedige berooving van warmtestof, tot ijs worden, en hieruit ont-

staat de *hagel*. Daar in den winter de dampkring meer gelijkmatig van warmtestof beroofd is, dan in den zomer, zoo zijn de hagelbuijen in het laatste jaargetijde menigvuldiger dan in het eerste. Somtijds gebeurt het, dat de hagelkorrels onder het nedervallen aan elkander vriezen, en daardoor hagelsteenen vormen van eene zeer groote uitgebreidheid. Welke verwoestingen er dikwerf door hagelbuijen kunnen aangerigt worden, is u bekend.

Wanneer in koude streken van den dampkring de waterdeeltjes bevriezen, vóór zij nog tot droppels gevormd zijn, vallen zij als *sneeuw* op de Aarde neder. De sneeuw heeft de eigenschap, dat zij de warmtestof niet, of althans slecht doorlaat; zij belet dus, dat de warmtestof van den grond, dien zij als met een kleed overdekt, zich aan den veel kouderen dampkring mededeele. Hierdoor beschermt zij het winterkoren en andere gewassen tegen eene te strenge vorst. Door hare witte kleur verheldert zij de lange winternachten, en smelt daardoor tevens minder spoedig. Het sneeuwwater verschilt in eenige bijzonderheden van het regenwater, en maakt het bij vermenging eenigzins troebel.

Wij zullen nu overgaan, om, in de tweede plaats, de *windige* luchtverschijnselen nader te onderzoeken; allereerst wil ik u daartoe de algemeene oorzaken van den wind opgeven.

Indien de dampkringslucht altijd en overal in denzelfden toestand ware, zou er volstrekt geene beweging in plaats hebben, en alle luchtlagen zouden in een volkomen evenwigt zijn. Dan, er zijn vele omstandigheden, die dit evenwigt verbreken, en eene strooming in de lucht voortbrengen.

Eene eerste oorzaak is de veranderende temperatuur, of warmtegraad. Even als alle ligchamen op de Aarde door vermeerdering van warmte worden uitgezet, zoo geschiedt dit ook bij de lucht, doch bij deze in eene veel hoogere mate. Door zoodanige uitzetting der lucht wordt zij dunner; de omringende koudere lucht schiet op deze plaats aan, en hierdoor moet natuurlijk eene beweging in haar ontstaan.

Eene tweede oorzaak zijn regen en hagel, die de lucht verkoelen en verdikken, haar daardoor doen inkrimpen en dus insgelijks beweging verwekken.

Als eene derde oorzaak merk ik aan de dampen en bijzondere luchtsoorten, die uit sommige holen of grotten onophoudelijk in meerdere of mindere hoeveelheid opstijgen. De uitbarsting van Vulkanen; de verbranding der ligchamen; de in- en uitademing van lucht door menschen, dieren en planten: — deze alle, hoe schijnbaar gering ook, verbreken het evenwigt der lucht. Ook de elektriciteit brengt hieraan ongetwijfeld zeer veel toe. Immers is bijna iedere onweêrsbui vergezeld van wind, somtijds zelfs van hevige stormen. Daarenboven vermindert de, bij een onweder, menigvuldig vallende regen den warmte-toestand van den dampkring, hetgene, zoo als ik heb opgemerkt, eene voorname oorzaak van de luchtstrooming is. Hierdoor komt het dan ook, dat men, na een hevig onweder, meestal eenigen tijd meer of minder sterken wind heeft.

Eindelijk wordt door de dagelijksche en jaarlijksche beweging der Aarde een luchtstroom veroorzaakt, waardoor, volgens sommige Natuurkundigen, inzonderheid de regelmatige winden tusschen de keerkringen en op andere plaatsen van den Aardbol worden voortgebragt. Ten aanzien der juiste plaats, waar telkens de wind ontstaat, is ons echter niets met volkomene zekerheid bekend. "De wind "blaast, waarheen hij wil, en gij hoort zijn geluid; maar "gij weet niet van waar hij komt, en waar hij henengaat," zegt onze Zaligmaker, *Joh.* III: 8; zoodat ook dit onder de vele geheimen der Natuur moet gerangschikt worden.

Zoo als gij weet, zijn bij ons, en over het geheel in de gematigde luchtstreken, de winden zeer veranderlijk, daar zij niet zelden, op éénen dag, uit geheel tegenovergestelde streken waaijen; men noemt deze winden *variabele* of *veranderlijke winden*. Op eenige plaatsen in de heete luchtstreek echter, zijn de winden het geheele jaar door *bestendig*, zoodat zij het eene gedeelte des jaars uit deze, en het andere gedeelte uit de tegenovergestelde streek waaijen, welke winden men *moussons* of *passaatwinden* noemt, terwijl zij op andere plaatsen, volgens zekere geregelde wet-

ten, afwisselen, en *periodieke winden* genoemd worden. Het groote nut dezer laatste soorten heb ik u bij de beschouwing der zee reeds aangetoond. Hiertoe behooren ook de zoogenoemde *land-* en *zeewinden*, die, tot groot nut van de bewoners der heete luchtstreek, dagelijks afwisselen, waardoor aldaar, op vaste tijden van den dag, verfrisschende zeewinden eene hoogst aangename koelte geven. De oorzaken dezer geregelde afwisseling zijn nog niet volkomen bekend; waarschijnlijk is de ongelijke verwarming en verkoeling van den dampkring boven het land en de zeeën in die streken eene der voornaamste.

De bestendige winden waaijen veeltijds zacht en gelijkmatig; hunne snelheid bedraagt meestal van 14 tot 15 voeten in eene sekonde. De onbestendige- en vooral de rukwinden zijn veel sneller; wanneer zij van 40 tot 60 voeten in eene sekonde doorloopen, verkrijgen zij den naam van *storm;* terwijl zij, bij nog grootere snelheid, *orkaan* genoemd worden; deze leggen somtijds 123 voet in ééne sekonde af. Het geweld of de kracht van een' orkaan op een' toren van 150 voet hoogte en 30 voet breedte, bedraagt niet minder dan 9 millioenen ponden. Welke verwoestingen door zoodanigen orkaan kunnen aangerigt worden, hebben wij den 29sten November en den 25sten en 26sten December, 1836, in nadruk ondervonden. — Meestal gaat de wind in eene horizontale rigting over de oppervlakte der Aarde heen. Somtijds, vooral bij stormen, waaijen, in hoogere gedeelten van den dampkring, andere winden dan nabij de Aarde. In het algemeen verheffen zij zich niet zeer hoog, en worden daarom dikwijls door hooge bergen opgehouden of in hunnen loop veranderd. Nu en dan heeft er, zelfs bij windstilte, een snel en kringvormig draaijen der lucht plaats, waardoor stof, drooge bladeren en andere ligte voorwerpen in eene ronddraaijende beweging worden opgevoerd. Men noemt zoodanige winden *wervelwinden*.

Een hoogst merkwaardig verschijnsel, hetwelk met den wind in betrekking staat, zijn de zoogenaamde *waterhoozen*. Deze bestaan in eene trechtervormige zuil, die zich met gedruisch van de wolken naar de Aarde uitstrekt. Somtijds echter verheft zij zich van de Aarde, gaat van

de eene plaats tot de andere voort, terwijl zij zich bestendig, schroefswijze, omdraait. Men heeft er gezien, welker middellijn men op bijna 300 voeten schatte. Zij rigten dikwijls, zoo op het land als op de zee, de grootste verwoestingen aan. De zwaarste boomen worden niet zelden door haar ontworteld, schepen omgekeerd, daken van huizen of kerken gerukt en ver weggevoerd. Men houdt het er voor, dat de elektriciteit eene der voornaamste oorzaken van de waterhoozen is, omdat zij het meest bij stormachtig weder, alswanneer de elektriciteit het meest werkzaam is, plaats hebben; ook heeft men meermalen de waterhoozen door eenen bliksemstraal zien verdwijnen.

Dat de winden in het algemeen deelen in de bijzondere gesteldheid der plaatsen, van welke zij komen, laat zich gemakkelijk begrijpen; daar de lucht van deze plaatsen wordt medegevoerd, en dus min of meer hare bijzondere eigenschappen moet behouden. Vandaar, dat de noordewind, die over de sneeuw- en ijsbergen, waarmede een eeuwigdurende winter het noordelijkst gedeelte van den Aardbol heeft voorzien, heengaat, altijd koud en guur is. De oostewind, die over eene groote uitgestrektheid vastland tot ons komt, is daardoor droog. De westewind daarentegen, die over de uitgebreide vlakte van den *Atlantischen Oceaan* heenstrijkt, en van daar eene groote hoeveelheid waterdampen medevoert, is meestal vergezeld van regen; terwijl eindelijk de zuidewind ons de warme luchtgesteldheid van zuidelijker gelegen Landen aanbrengt. Over de hoogstgevaarlijke winden, die in sommige gedeelten der Aarde waaijen, heb ik u, bij de behandeling der bergen en zandwoestijnen, reeds eene en andere bijzonderheid medegedeeld.

U al de voordeelen, welke de wind ons verschaft, breedvoerig te ontwikkelen, gedoogt mijn bestek niet; ook zal de eenvoudige opnoeming der voornaamste u het nut genoegzaam aantoonen. — Zonder wind zouden alle opstijgende waterdampen dáár blijven hangen, waar zij uit de Aarde voortkomen; weldra zouden zij dus alleen uit de zeeën opklimmen, en ook alleen in de zeeën als regen nedervallen, waardoor geheel het vasteland, bij gemis van regen, zou verdorren en onbewoonbaar worden; geene wol-

ken zouden naar de bergen gevoerd worden, en dus zouden de bronnen der zoo zegenrijke rivieren verdroogen, en deze ophouden te bestaan. — Zonder wind zou de door planten uitgewasemde zuurstoflucht, die, zoo als wij in de vorige lezing zagen, voor mensch en dier volstrekt onmisbaar is, zich alleen om de planten verzamelen, zoodat het geheele menschdom een omtrekkend zwervend leven zou moeten leiden, daar er hierdoor, in steden en dorpen, alras gebrek aan levenslucht zou ontstaan. De door uitademing van mensch en dier, of op eenige andere wijze uitgewasemde, bedorvene en onreine lucht zou niet door planten en gewassen opgeslorpt of naar de zeeën gevoerd worden. De bewoners der heete luchtstreek zouden nimmer door verfrisschende zeewinden worden verkwikt. Molens van allerlei soort zouden moeten stilstaan, daar zij, bij gemis van wind, ook door geene rivieren of beken zouden kunnen in beweging gebragt worden. Nog eene menigte voordeelen van den wind zou ik u kunnen opgeven; dan het medegedeelde zal, vertrouw ik, voldoende zijn, om u den wind als een onwaardeerbaar geschenk der Goddelijke Liefde te doen beschouwen.

Als derde soort van luchtverschijnselen, noemde ik de *vurige*. Onder deze rekent men den *bliksem*, het *weêrlicht*, het *noorderlicht*, de *vuurbollen*, de *vallende sterren* en de zoogenoemde *dwaallichtjes*.

De bliksem, en de met dien gepaard gaande donder, zijn de bestanddeelen van het luchtverschijnsel, *onweder* geheeten. Langen tijd, tot zelfs vóór weinige eeuwen, is men onbekend geweest met de oorzaak van het prachtige luchtverschijnsel, dat wij *bliksem* noemen. Eerst in de achttiende eeuw begon men, op goede gronden, den bliksem voor een uitwerksel der elektrieke vloeistof te houden, terwijl alle latere proefnemingen dit gevoelen niet alleen versterkten, maar zelfs tot volkomene zekerheid bragten. Ik heb u straks reeds gezegd, dat alle uit de Aarde opstijgende dampen een gedeelte elektriciteit met zich voeren. Deze dampen tot hoogere en koudere streken van den dampkring opstijgende, verkrijgen, door verminderde warmte, waardoor, zoo als gij weet, de ligchamen inkrimpen, al-

lengs minder uitgebreidheid, zoodat de elektriciteit zich, als 't ware, ophoopt in de tot wolken gevormde dampen. Vandaar ook, dat de onweders menigvuldiger zijn in den zomer dan in den winter. In het laatstgenoemde jaargetijde worden de dampen reeds nabij de Aarde, door de koude, digt bijeengedrongen, en ondergaan dus terstond hunne vermindering in uitgebreidheid.

Wanneer nu eene zoodanige wolk als met elektriciteit overladen is, dan is daardoor het evenwigt in de Natuur verbroken; dit zoekt zich te herstellen, en de wolk deelt door bliksemstralen van haren overvloed mede aan al, wat zich in de nabijheid bevindt, en minder van deze stof heeft. Is er geen ligchaam nabij genoeg, waaróp de elektriciteit zich met een' straal kan ontlasten, dan geschiedt dit door het zoogenoemde *weêrlichten*, dat men na warme zomerdagen dikwerf aan den gezigteinder kan waarnemen, en in zooverre van den bliksem is onderscheiden, dat er geen hoorbare slag op volgt en er geene stralen bij vernomen worden; het bestaat alleen in een geflikker.

Bij elke uitbarsting eener nabij zijnde onwederswolk, hoort men een' min of meer sterken slag, welken wij *donder* noemen. Deze wordt veroorzaakt door de luchtledige ruimte, die elke voortschietende bliksemstraal maakt, welke ruimte terstond door de omringende lucht wordt ingenomen, even als dit bij het afschieten van eenig vuurwapen plaats heeft. — De donder achtervolgt het bliksemlicht, na korteren of langeren tusschentijd, overeenkomstig den afstand van het onweder. De slag ontstaat tegelijk met den bliksem, en wordt ook gelijktijdig er mede waargenomen, indien het onweder op de plaats van den waarnemer treft. Daar echter het geluid, in zijne voortplanting, de snelheid van het licht op verre na niet evenaart, ziet men, wanneer het onweder verwijderd is, den bliksem veel vroeger, dan men den slag hoort. De snelheid van het geluid volgens bekende wetten voortgaande, kan men uit den tijd, die tusschen het zien van den bliksemstraal en het hooren van den donder verloopt, den afstand van het onweder berekenen. Het bliksemlicht kan men stellen te zien op het eigen oogenblik van deszelfs uitbarsting, en

daar het geluid in ééne sekonde slechts 1050 voet doorloopt, zoo laat zich hieruit gemakkelijk de afstand van het onweder bepalen. Een tusschentijd van 11 sekonden, of niet te schielijke tellingen, geven eenen afstand van 11550 voet, of van omstreeks een uur.

De uitwerking van den bliksem, op zijne baan uit de onwederswolk naar de Aarde, is ten hoogste merkwaardig. Meestal is hij voor de menschen en dieren, die hij treft, doodelijk; slechts zelden ontkomen de getroffenen met bezwijming of ligte kneuzingen het gevaar. Zeer kleine stukken metaal worden door den bliksem sterk beschadigd, verscheurd of gesmolten. Grootere voorwerpen van metaal worden alleen, bij het toe- of afspringen van den bliksem, aan hunne oppervlakte gedeeltelijk gesmolten of doorboord. — Verbazend is dikwijls de werktuigelijke kracht van den bliksem, waarvan het volgende u zal overtuigen. Toen, op den 6den Augustus, 1809, een huis bij *Manchester*, eene stad in *Engeland*, door den bliksem getroffen werd, schoof hij een' 12 voet hoogen en 3 voet dikken steenen muur tusschen een' kelder en een' regenbak, zonder den muur te verbrijzelen, derwijze op zijde, dat die aan het eene einde 4 en aan het andere einde 9 voet van zijne plaats geweken was. Het weggeschoven gedeelte bevatte 7000 baksteenen en woog 52000 pond.

Een opmerkenswaardig voortbrengsel van den bliksem zijn de zoogenaamde *donderkegels* of *donderkeilen*. Onder deze benaming verstaat men buisvormige of holle ligchamen van verschillende lengte. Aan het boveneinde zijn zij het wijdst, en worden allengs smaller, tot zij beneden spits uitloopen. Zij zijn van binnen geheel verglaasd, en van buiten met aanklevende zandkorrels bedekt. Hunne kleur is gewoonlijk zwart of grijsachtig. Vele menschen houden hen voor een werkelijk bestanddeel van den bliksem; dit is echter zoo niet. Zij worden gevormd door den bliksem, wanneer deze in eenen zandigen grond slaat en het zand door smelting doet verglazen. Dat dit inderdaad zoo is, bewijzen verscheidene uitgravingen, die men terstond, of althans kort nadat de bliksem in eenen zandigen grond geslagen was, gedaan heeft. De buisvormige gedaante ver-

krijgen zij door de snelheid van den bliksem, die de gesmoltene zandkorrels, als 't ware, uiteendrijft, en doordien hij, verder doordringende, langzamerhand zijne kracht verliest, worden zij allengs smaller en loopen eindelijk spits uit.

De bliksem heeft met alle zelfstandigheden niet dezelfde verwantschap; door sommige wordt hij geheel niet aangenomen en voortgeleid, door andere min gemakkelijk, en door nog andere zonder den minsten tegenstand of oponthoud.

Tot de eerste soort behooren lucht, glas, porselein, hars, vet, de meeste oliesoorten en eenige andere ligchamen; deze noemt men *niet-geleiders.*

Tot de tweede klasse rekent men boomen, planten en dierlijke ligchamen; deze heeten *half-* of *slechte geleiders.*

Onder de derde soort telt men de metalen, en naast deze het water, welke men *goede-* of *volmaakte geleiders* noemt.

Deze laatste zijn het, waarnaar de bliksem voornamelijk heenschiet. Bevinden zich meerdere van deze in zijnen weg, dan neemt hij zijne rigting langs den besten en sterksten geleider, en volgt dien tot aan de oppervlakte der Aarde. Gewoonlijk treft de bliksem de ligchamen, die zich hoog in de lucht verheffen, eer dan lagere voorwerpen, ten zij deze laatste betere geleiders zijn. Niet zelden toch gebeurt het, dat een huis in de nabijheid eener kerk door den bliksem getroffen wordt, terwijl de laatste onbeschadigd blijft. — Vele Natuurkundigen hielden dit vroeger voor onmogelijk; maar behalve, dat de ondervinding het van tijd tot tijd bevestigt, zoo is daarin ook niets strijdigs met de aangenomene verklaring van de werking des bliksems. Onder zijne volmaakte geleiders behoort het water, en dus ook een zeer vochtige dampkring. Ontmoet nu de bliksem op zijn' weg naar de Aarde, in de rigting van eenig laag huis, eene luchtmassa, met meer vochtdeelen bezwangerd dan in eene andere rigting, zoo is het natuurlijk, dat hij de eerste volgt, waardoor het lage huis getroffen wordt, terwijl de nabij zijnde hoogere kerk verschoond blijft.

Daar de lucht geen geleider van den bliksem is, zoo

kan hij ook door haar niet worden aangetrokken. Het is daarom geheel onnoodig, bij een onweder deuren en vensters zorgvuldig te sluiten, zoo als vele menschen de gewoonte hebben te doen. Deze handelwijze kan zelfs somtijds hoogst nadeelig worden; gesteld namelijk, dat de bliksem in een zoodanig gesloten vertrek sloeg, zonder de zich daarin bevindende personen te treffen, zou nogtans de zwavelachtige reuk, dien hij verspreidt, zoo al niet doodelijk, dan ten minste zeer gevaarlijk kunnen worden.

De beste geleiders van den bliksem zijn, zoo als reeds gezegd is, de metalen. Deze worden het eerst door hem getroffen, en hij volgt hen zoo ver zij reiken. Is hij te voren door andere ligchamen geleid, dan verlaat hij deze, zoodra hij metalen ontmoet. De voorzigtigheid gebiedt daarom, ze bij een naderend onweder van zich te verwijderen. — Na de metalen en het water trekt de bliksem bij voorkeur menschen en dieren aan, vooral wanneer zij, op het vlakke veld, de eenige uitstekende voorwerpen zijn. Het is daarom hoogst raadzaam, wanneer men zich gedurende een onweder op het open veld bevindt, uitgestrekt op den grond te gaan liggen, tot de bui is overgetrokken. Eene schuilplaats te zoeken onder boomen, is natuurlijk allergevaarlijkst, daar deze, in geleidend vermogen, met menschen en dieren gelijkstaan, en door hunne hoogte een gereed punt van overgang aanbieden. De vochtige aarde, en wel hare oppervlakte, is, zoo als ik reeds heb aangemerkt, het laatste doel van den bliksem. En ofschoon hij, op zijn' weg derwaarts, talrijke verwoestingen kan aanrigten, zoo nemen toch, zoodra hij de oppervlakte der Aarde bereikt heeft, alle sporen van vernieling een einde. Door de geleidende vochtigheid van den grond naar alle rigtingen, schijnt de bliksem zich onmerkbaar te verliezen. — De medegedeelde waarnemingen omtrent den loop des bliksems, en het geleidend vermogen van sommige ligchamen, bragten den grooten Natuurkundige BENJAMIN FRANKLIN tot de uitvinding der bliksemafleiders; eene uitvinding, welker doelmatigheid, in het beveiligen van gebouwen tegen de geduchte werking des bliksems, thans meer algemeen begint erkend te worden.

U de hoogst nuttige strekking van dit zoo ontzagwekkend als weldadig luchtverschijnsel met vele woorden aan te toonen, acht ik onnoodig. Allen weet gij, hoe, na langdurige hitte, menschen, dieren en planten er door als met een nieuw leven bezield worden. De herinnering daarvan zal u, beter dan ik dit zou kunnen zeggen, in het onweder de Vaderliefde van den Opperheer ten duidelijkste doen gevoelen.

Het prachtig verschijnsel des *noorderlichts* verdient insgelijks onze opmerkzaamheid. — Wanneer, vooral in den winter, de lucht zuiver en droog is, ziet men somtijds des avonds de lucht in het noorden met eenen purperrooden gloed verlicht, waarin bogen en zuilen te onderkennen zijn, en waaruit nu en dan vuurroode stralen opschieten; dit is het, wat men *noorderlicht* noemt. — De beroemde Zeereiziger COOK heeft een dergelijk verschijnsel ook naar de zuidpool waargenomen, waaruit blijkt, dat het zich aan beide polen der Aarde vertoont, en dat men zoowel *zuiderlicht* als *noorderlicht* heeft.

De voornaamste oorzaak van dit verschijnsel is waarschijnlijk te zoeken in de elektriciteit. Door koude en nevel wordt, in de nabijheid der polen, de lucht natuurlijk zeer met elektrieke stof opgevuld, welke door het menigvuldig ijs en sneeuw niet kan worden afgevoerd, maar door ophooping genoodzaakt wordt, naar hooge streken van den dampkring op te stijgen. Hoog in den dampkring is de lucht, zoo als wij vroeger reeds zagen, zeer dun of ijl, waardoor dit uitvloeijen der elektriciteit voor ons zigtbaar wordt. Wanneer men in eene glazen klok of stolp, die, door middel van eene luchtpomp, luchtledig gemaakt is, de elektriciteit ophoopt, ziet men even zulke verlichte stralen en flikkerende vlammen als bij het noorderlicht. — In vorige eeuwen, toen het bijgeloof meer de overhand had, beschouwde men dit allerprachtigst luchtverschijnsel met schrik en angst. De opgewondene verbeeldingskracht maakte er reuzen en wreede krijgslieden van, die elkander in rijen en gelederen in volle slagorde bevochten, terwijl waanwijze lieden er allerlei onheil uit voorspelden. — Van groot belang en uitgestrekt nut is dit verschijnsel voor de

bewoners der Poollanden, die, zoo als gij u herinneren zult, eenen nacht van verscheidene maanden hebben. Het is aldaar dikwijls zoo helder, dat men er, volgens de berigten van Reizigers, gemakkelijk bij kan zien te lezen; zoodat het gemis der zon daardoor, gedeeltelijk althans, vergoed wordt.

Een veel zeldzamer, hoewel niet minder merkwaardig verschijnsel in den dampkring zijn de *vuurklooten* of *vuurbollen*. Men verstaat onder dezen naam groote, sterk lichtende bollen, die zich met ongelijke snelheid door de lucht bewegen. Vele vuurbollen zijn van eene aanmerkelijke grootte; men heeft er gezien, welker middellijn men op 3000 voet schatte. Zij verheffen zich somtijds tot meer dan 20 Duitsche mijlen boven de Aarde, bewegen zich ten hoogste eenige minuten in het luchtruim, en barsten met een' geweldigen slag vaneen. — Onder de merkwaardigste vuurbollen kan men rekenen dien, welke zich, op den 17den Julij, 1771, des avonds omstreeks 10 ure, in een groot gedeelte van *Frankrijk*, vooral te *Parijs*, vertoonde. In de genoemde stad verspreidde deze bol een' algemeenen schrik. Hij vertoonde zich aldaar grooter en helderder dan de maan, en sprong met zulk een' hevigen slag, dat vensters en deuren er van dreunden. Daar dit verschijnsel slechts zeer zelden plaats vindt, heeft men de oorzaak er van nog niet voldoende kunnen opsporen.

Dit is mede het geval ten aanzien van de zoogenoemde *vallende sterren*, welke men, vooral in het voor- en najaar, bijna elken avond kan waarnemen. Velen zijn van gevoelen, dat dit verschijnsel ontstaat uit opstijgende olie- en zwavelachtige deelen, die zich door hunne kleverigheid reeds nabij de Aarde vereenigen, in hoogere streken van den dampkring ontbranden, en dan door hunne zwaarte nedervallen, tegen welk gevoelen echter belangrijke bedenkingen te maken zijn. Ook de hoogte van dit verschijnsel is niet met genoegzame zekerheid op te geven; zij moet echter vrij aanmerkelijk zijn, daar het zich op hooge bergen even hoog vertoont als bij de oppervlakte der Aarde. Deze vallende sterren schieten met ongelijke snelheid door de lucht voort en verdwijnen; want het is, volgens het gevoelen van

alle hedendaagsche Natuurkundigen, eene dwaling, dat het zoogenoemde *sterresnuitsel* het overblijfsel eener vallende ster zijn zou. Deze stof, die men somtijds als eene slijmachtige zelfstandigheid op het veld aantreft, is dierlijk en niet uit de lucht nedergevallen. Het verdient opmerking, dat men de meeste vallende sterren waarneemt in den nacht van 10 tot 11 Augustus en van 12 op 13 November.

Eindelijk blijven ons, van de vurige luchtverschijnselen, nog te overwegen de *dwaal-* of *hiplichtjes*. Deze bestaan uit vlammen of lichtjes van onderscheidene grootte, die nabij de oppervlakte der Aarde, boven moerassen, kerkhoven en andere plaatsen, waar dierlijke of plantaardige ligchamen tot verrotting overgaan, heen en weder zweven. — Dit verschijnsel inzonderheid, was vroeger, bij het toen algemeen heerschend bijgeloof, een voorwerp van schrik en ontsteltenis. Men maakte zich allerhande gedrogtelijke voorstellingen van hun ontstaan. Toenemende kennis en verlichting hebben al die droombeelden van menschelijke dwaasheid verbannen, en, zijn er velen nog niet met de juiste oorzaak van dit verschijnsel bekend, zooveel weet dan toch ieder, dat de geesten van afgestorvenen niet als nietige, onbeduidende vlammetjes rondzwerven, zoodat thans niemand, met gezonde hersenen, in dwaal- of hiplichtjes meer iets verschrikkelijks ziet.

Ik heb u vroeger reeds gezegd, dat er, bij de verrotting van dieren en planten, dikwerf eene lichtende stof wordt ontwikkeld, die men *phosphor* noemt, en eene brandbare luchtsoort, *waterstoflucht* geheeten. Beiden ontstaan dus voornamelijk bij moerassen en kerkhoven, en beiden vereenigd, geven het verschijnsel, dat wij *dwaal-* of *hiplichtjes* noemen. Men verhaalt, dat de dwaallichtjes vlugten voor dengenen, die hen vervolgt, en dat zij vervolgen, die hun ontvlugten. Dit is in zeker opzigt waar; doch daarvoor is eene zeer gegronde reden op te geven. Phosphor en waterstoflucht zijn beiden zeer ligte zelfstandigheden, veel ligter dan de dampkringslucht, waardoor de dwaallichtjes er dan ook in zweven. Wanneer nu iemand op dit verschijnsel aangaat, stuwt hij natuurlijk den luchtstroom voor zich uit, waardoor de dwaallichtjes insgelijks worden

voortgedreven, zoodat men ze nimmer volkomen kan bereiken, en zij dikwijls menschen, die hen voor eene door iemand gedragen lantaarn aanzagen, van den regten weg afbragten, van waar zij den naam van *dwaallichtjes* hebben bekomen. Omgekeerd, wanneer men zich van hen verwijdert, maakt men achter zich eene luchtstrooming, even als het zog- of kielwater bij een varend schip, door welken stroom de dwaallichtjes worden aangetrokken, zoodat zij, als 't ware, den vlugtende vervolgen.

De laatste soort van luchtverschijnselen, die wij nog moeten beschouwen, zijn de *lichtende.* Behalve het vroeger reeds behandelde *zodiakaal-* of *dierenriemslicht*, behooren hiertoe de *regenboog*, de *bijzonnen* of *bijmanen* en de zoogenaamde *luchtspiegeling* of *kimduiking.*

De regenboog wordt veroorzaakt door de breking en terugkaatsing der lichtstralen in- en tegen nedervallende regendroppels. Men verneemt hem, wanneer de schijnende zon achter, en de regenbui tegenover deze, en dus vóór den waarnemer is. Gewoonlijk ziet men twee regenbogen tegelijk, die evenwijdig op zekeren afstand van elkander staan. De binnenste heeft de helderste kleuren, en wordt, om die reden, *eerste-* of *hoofd-regenboog* genoemd. Men onderscheidt aan dezen de schoone kleuren: violet, indigo, blaauw, groen, geel, oranje en rood. Bij den tweeden boog is de volgörde der kleuren omgekeerd. Vroeger reeds heb ik u doen opmerken, dat iedere zonnestraal uit zeven enkelvoudige stralen bestaat, welke alle door bijzondere breking der lichtstralen zigtbaar worden. Het middelpunt der bogen is altijd regt tegenover de zon, zoodat, als deze laag aan den gezigteinder staat, de boog des te grooter is. — Zeldzaam, echter somwijlen, ziet men ook *maanregenbogen*, welke evenwel meestal zonder kleur en zeer flaauw zijn.

Bijzonnen of *bijmanen* bestaan uit twee of meer heldere, somtijds ook gekleurde afbeeldsels van de zon of de maan, die dikwijls door eenen helderen kring met elkander verbonden zijn.

Het is moeijelijk van deze luchtverschijnselen eene voldoende verklaring te geven. Daar zij alleen in den win-

ter en meer menigvuldig in de koude luchtstreken gezien worden, houden vele Natuurkundigen het daarvoor, dat, op dien tijd en in die koudere gewesten, vele, deels doorschijnende, deels spiegelende ijsdeeltjes zich in den dampkring bevinden, door welke de lichtstralen worden teruggekaatst, die daardoor het beeld van zon of maan op meerdere plaatsen vertoonen.

Minder ongewoon is een ander verschijnsel, gewoonlijk *kringen* of *kroonen* om de zon of de maan genoemd. Bij de zon kan men deze kringen niet zoo duidelijk waarnemen, als bij de meer zachtlichtende maan, waarbij men ze zeer dikwijls opmerkt. Zij bevinden zich niet zeer hoog in den dampkring, en worden daarom van plaatsen, die slechts eenige mijlen van elkander verwijderd zijn, niet gelijktijdig waargenomen. Zij zijn in aard volkomen overeenkomstig met de kringen, die men bemerkt om een licht, hetwelk door een' opklimmenden wasem gezien wordt, en worden door de breking der lichtstralen in de vochtige deelen des dampkrings veroorzaakt. Wanneer deze kringen bij helder weder gezien worden, is dit een bewijs, dat de hoogere dampkringslucht hare helderheid verliest, waardoor zij dus gemeenlijk een voorteeken zijn van vochtig weder.

Een zeer merkwaardig lichtend verschijnsel in den dampkring is de *luchtspiegeling* of *kimduiking*, welke men op uitgestrekte vlakten, zoo als in de zandwoestijnen van *Afrika* en de steppen van *Azië*, alsmede aan vlakke zeeoevers, op zekere tijden ontwaart. Dit zonderling verschijnsel bestaat daarin, dat een gedeelte der dampkringslucht naar den gezigteinder verdikt wordt, waardoor het is, als zag men in de verte een uitgestrekt meer. Onze zeelieden zijn gewoon, dit verschijnsel het *wateren* of *opdoemen* der voorwerpen te noemen. — Hetgene dit schouwspel nog verwonderlijker maakt, is, dat de beelden van ver verwijderde groote voorwerpen, als bergen, steden, enz., zich in dit schijnbaar meer afspiegelen, even zoo als dit bij de oevers van een wezenlijk meer het geval is. Men heeft door dit verschijnsel menigmaal aan de kusten van *Douvres*, in *Engeland*, die van *Calais*, in *Frankrijk*, kunnen zien. Het heeft

dikwijls tot de zonderlingste misvattingen aanleiding gegeven. Zoo verhief zich op den 30sten Maart, 1784, des namiddags omstreeks één ure, te *Lavalette*, op het eiland *Maltha*, in alle straten het geroep, dat uit het kanaal, tusschen *Maltha* en het eiland *Sicilië*, een nieuw eiland was opgerezen. Een aldaar wonend Sterrekundige, DANGOS genaamd, snelde onverwijld naar zijn Observatorium (*), en bemerkte inderdaad, midden in de zee, naar den kant van *Sicilië*, een zeer wit ligchaam, van eene onregelmatig stompe, kegelvormige gedaante. De misleiding was zoo volkomen, dat reeds zeelieden afgezonden werden, om het nieuwe eiland in bezit te nemen. DANGOS echter overtuigde zich weldra, door de gedaante, de kleur en vooral de ligging van dit gewaande eiland, dat het gansche verschijnsel niets anders was, dan het beeld van den met sneeuw bedekten top van den *Etna*, hetwelk, door luchtspiegeling naderbij gebragt, boven de watervlakte verheven scheen. Op den 17den April, 1785, des morgens ten 6 ure, vertoonde zich dit verschijnsel op nieuws. Op beide die dagen waren de kusten van *Sicilië*, die anders van daar door het meest scherpziend oog niet kunnen gezien worden, volkomen zigtbaar.

Zoo hebben wij dan nu onzen dampkring leeren kennen, als de algemeene verzamelplaats van die stoffen, welke aan de Aarde en hare bewoners groei en leven schenken, en die ons tevens de prachtigste verschijnselen aanbieden. Wij hebben dus op nieuws de Vaderliefde en Almagt van den Oneindige uit zijne werken leeren kennen. Mogt verdubbelde liefde en dankbaarheid voor dat aanbiddelijk Wezen de vrucht van zoodanige beschouwing zijn; dan zal, zoo als steeds het geval moest wezen, verlichting van het verstand met verbetering van het hart gepaard gaan.

(*) Plaats, waar Sterrekundige waarnemingen gedaan worden.

ZESTIENDE LEZING.

Over de voortbrengselen der Aarde.

Bij de Natuurkundige beschouwing onzer planeet, hebben wij telkens gelegenheid gehad, op te merken, hoe zij, in alle opzigten, ons eene geschikte woonplaats aanbiedt; nu willen wij ons nog kortelijk bepalen bij datgene, wat zij tot onderhoud van ons bestaan oplevert.

De vruchtbaarheid en de voortbrengselen van bijzondere deelen der Aarde worden door den natuurlijken toestand van land en water, alsmede van de luchtgesteldheid, bepaald. — Zoodanige voortbrengselen, die land en water als van zelve opleveren, waaraan de hand des menschen alleen eene spoediger ontwikkeling, beteren groei, meerdere volkomenheid en grootere vruchtbaarheid aanbrengt, noemt men *natuurlijke voortbrengselen*.

Er bestaat geen Land, dat niet in de eerste behoeften van zijne bewoners, *voedsel* en *kleeding*, voorziet. Dan, behalve dit onontbeerlijke, heeft bijna ieder Land een of meer voortbrengselen, welke er bijzonder aan eigen zijn, en in andere niet, of althans niet zoo goed, aangetroffen worden. Door deze weldadige inrigting, wordt voor alle Landen eene bron van welvaart geopend, de Handel. Deze vermeerdert niet alleen den uiterlijken bloei van Volken en Staten, maar bevordert ook eene meer algemeene kennis van de Aarde, brengt de verst verwijderde volken met elkander in aanraking, en verspreidt alom verlichting en beschaving.

Men verdeelt de voortbrengselen der Aarde, naar de drie Rijken der Natuur, in drie klassen, namelijk, in die uit het *Plantenrijk*, uit het *Dierenrijk* en uit het *Rijk der Delfstoffen*. — Hoewel eene breedvoerige ontwikkeling hiervan eigenlijk tot de Natuurlijke Historie behoort, zoo is de algemeene kennis dezer drie Rijken echter te naauw met die van onze Aarde verwant, om er u niet een kort overzigt van te geven.

Onder het *Plantenrijk* rekent men de gewassen, die de

Aarde voortbrengt, tot voeding van menschen en dieren, tot geneesmiddelen voor zieken, tot kleedingstoffen en tot bevrediging van andere behoeften. — Het getal der bekende plantsoorten bedraagt meer dan twintig duizend. Alle zijn zij voorzien van wortelen, waarmede zij in den grond hechten en er de noodige voedingsappen uit opnemen, welke sappen door onderscheidene buizen uit den stam naar de takken, bladeren, bloesem en vruchten worden overgebragt. De vruchten bevatten het zaad in zich voor nieuwe gewassen van dezelfde soort.

Tot de voedende planten behoort:

Het *graan*, onder welken naam men *rogge*, *tarwe*, *boekweit*, *garst*, *haver*, *gierst*, *rijst*, enz. verstaat, alsmede de onderscheidene *grassoorten*.

De *boomvruchten*, waartoe, behalve ons gewoon ooft, *appelen*, *peren*, *pruimen*, enz., ook de voortbrengselen van meer zuidelijke Landen, als *citroenen*, *chinaasappelen*, *vijgen*, *kokosnoten*, *sago*, enz., behooren.

De *wijnstok*, *koffij*, *thee*, *suikerriet*, en eene menigte specerijen (specerijen zijn vruchten van eenen prikkelenden smaak, als *kruidnagelen*, *nootmuskaat*, *kaneel*, *gember*, *peper*, en dergelijke meer). Zij groeijen meestal in de warme luchtstreek.

Tot de geneeskracht hebbende planten rekent men inzonderheid de *kina*, *rabarber*, *kamille*, *vlier*, enz.

Vele voortbrengselen uit het Plantenrijk dienen tevens om ons van kleedingstoffen te voorzien, zoo als het *vlas*, de *hennep*, de *katoenboom*, de *kokosboom*, welks vrucht met een vezelachtig weefsel bedekt is, uit hetwelk de Indianen eene duurzame kleedingstof weten te vervaardigen.

Het verschillend gebruik, dat wij van andere planten tot bevrediging van wezenlijke of vermeende behoeften maken, is algemeen bekend. Zoo dient ons het *hout* tot brandstof, tot vervaardiging onzer woningen, gereedschappen, huisraad, schepen en andere zaken; de *indigo* en *meekrap* tot verfwaren, en de *tabak* tot een voor velen geliefkoosd verpoozingsmiddel in ledige oogenblikken.

Het *Dierenrijk* bevat alle bekende en onbekende diersoorten. Het getal der eerste begroot men op meer dan

vijftien duizend; dat der laatste is misschien niet veel geringer. — Dit Rijk biedt eene oneindige verscheidenheid aan. Eenige dieren hebben slechts twee voeten; andere hebben er vier; nog andere een zeer groot aantal, en vele in het geheel geene. Eenige loopen; andere vliegen, kruipen of zwemmen.

Men verdeelt de dieren gewoonlijk in zes klassen, te weten in *zoogdieren*, *vogelen*, *visschen*, *tweeslachtige dieren*, *insekten* en *wormen.*

Onder de *zoogdieren* rangschikt men diegenen, welke beenderen, rood bloed, eene long en een hart hebben, die levende jongen ter wereld brengen en hunne jongen zogen. Hiertoe behooren alle viervoetige dieren, van den *olifant* af tot de *muis* toe.

De *vogelen* brengen hunne jongen voort uit eijeren; zij zijn bedekt met vederen, hebben twee voeten en twee vleugels, rood bloed, en een' hoornachtigen bek. Men begroot het getal der vogelsoorten op ruim twee duizend.

Onder de *visschen* rangschikken sommige Natuurkenners alleen die waterdieren, welke geene long hebben, terwijl zij diegene, welke door longen ademhalen, onder de klasse der tweeslachtige dieren plaatsen. Andere rekenen er onder alle waterdieren, die rood en koud bloed hebben. Het getal dezer laatste soort bedraagt bijna twee duizend.

Tweeslachtige dieren noemt men dezulken, die zoowel op het land als in het water kunnen leven, zoo als *kikvorschen*, *padden*, *hagedissen*, *krokodillen*, *bevers*, enz. De meeste leggen eijeren, waaruit hunne jongen voortkomen; zij broeijen die echter niet uit, zoo als de vogelen, maar laten deze zorg over aan de koesterende zonnestralen.

De *insekten*, of *gekorvene diertjes*, dragen dezen naam naar de insnijdingen of ringen, die de deelen van hun ligchaam van elkander scheiden. Zij leggen eijeren, hebben wit en koud bloed, zes of meer voeten en sommige meer dan twee oogen. Eenige hebben vleugels, zoo als de *kapellen*, *meikevers*, *bijen*, enz.; andere hebben er geene, zoo als de *kreeften*, *spinnen*, enz. Men telt meer dan tien duizend soorten van insekten.

Onder de *wormen* zijn er eenige, die eijeren leggen, andere, die levende jongen ter wereld brengen. Zij hebben wit en koud bloed, en de meeste hebben oogen, ooren,

neus noch voeten. Vele zijn met schubben bedekt; andere hebben slechts eene ligte opperhuid. Van *aardwormen* en *slakken* kan men het hoofd afsnijden, zonder dat zij daarom ophouden te leven, daar dit ligchaamsdeel, na verloop van weinig tijds, door een ander vervangen wordt. Zelfs vindt men aardwormen, van welke iedere afsnijding een' levenden worm van dezelfde soort voortbrengt.

Merkwaardig is het, dat er tusschen iedere der onderscheidene klassen van dieren eene soort is, die, als 't ware, de schakel er tusschen uitmaakt. Zoo dient de *vledermuis* om de zoogdieren met de vogelen te verbinden, daar zij levende jongen ter wereld brengt en vier voeten heeft, van welke er echter twee zoodanig met een vlies aan het ligchaam verbonden zijn, dat zij den vorm van vleugels hebben, en haar ook dezelfde dienst bewijzen, welke de vogels van hunne vleugels hebben. De zoogenoemde *vliegende visch* vult de ruimte aan tusschen de vogelen en visschen. De tweeslachtige dieren behooren van zelve tot meer dan één soort. De *krabben* en meer andere kreeftsoorten staan tusschen de insekten en waterdieren. De *slangen* tusschen de wormen en visschen; terwijl de *polypen*, als 't ware, het geheele Dierenrijk met het Plantenrijk verbinden. In de zevende lezing heb ik reeds van eene polypsoort, het koraaldier namelijk, gewag gemaakt; thans wil ik u van deze hoogst merkwaardige diersoort nog eene en andere bijzonderheid mededeelen. De polypen behooren tot de waterwormen. Men vindt ze meestal aan de kanten van slooten. Zij hebben uiterlijk volkomen de gedaante van eene plant, en bestaan uit een' stam, uit welken in alle rigtingen takken verspreid zijn. Snijdt men een' dezer takken af, dan ontwikkelt zich daaruit in weinig tijds eene nieuwe polyp. Somtijds verzwelgen de polypen elkander, terwijl, na verloop van eenige dagen, de verzwolgen polyp gezond en wel uit het ligchaam van haren vijand te voorschijn komt. Keert men eene polyp om, even als men de vingers van een' handschoen omkeert, zoo verandert de buitenste oppervlakte in maag, en van de binnenste schieten weder takken uit.

Het menschelijk ligchaam is geschikt, om voedsel uit het Dieren- zoowel als uit het Plantenrijk te gebruiken;

dit wordt onder andere kennelijk aangeduid door den vorm zijner tanden. Tot vervulling dezer behoeften nu, dienen talrijke diersoorten, waaronder het rundvee eene voorname plaats beslaat. Andere dieren leveren hem kleedingstoffen, waartoe inzonderheid de schapen dienen; terwijl sabels, vossen, marters, en eenige andere dieren uit koudere luchtstreek, hem van warm pelswerk voorzien. Vele diersoorten zijn hem behulpzaam in het dragen en vervoeren van zware lasten; hiertoe vindt men voor verschillende landstreken altijd de meest geschikte. Zoo heeft men in de zandwoestijnen van *Afrika* en *Azië* den kameel, die, zoo als ik u vroeger reeds aantoonde, aldaar het eenig bruikbaar lastdier is; in bergachtige streken den met vasten tred voortgaanden muilezel, en in het onvruchtbare noorden de aan ontbering en matigheid gewone rendieren. — Hoogst opmerkelijk is het ook, dat juist die dieren, welke den mensch het meeste nut verschaffen, zoo als paarden, honden, runderen, enz. bijna over de geheele Aarde verspreid zijn; terwijl andere minder dadelijk nuttige alleen in bijzondere oorden te huis behooren; dat zulke dieren, die veel tot hun onderhoud vereischen, slechts langzaam vermenigvuldigen, en andere daarentegen buitengewoon vruchtbaar zijn. De olifanten, die dagelijks een geheel rijstveld tot bevrediging van hunnen honger noodig hebben, brengen slechts om de drie jaar een jong ter wereld, en moeten reeds een' tamelijk hoogen ouderdom bereikt hebben, eer zij hiertoe geraken, terwijl de konijnen verscheidene malen in een jaar zeer vele jongen voortbrengen.

Ook de uiterlijke vorm der dieren trekt onze bijzondere aandacht tot zich. — De meeste viervoetige dieren vinden hun voedsel in het Plantenrijk; daartoe hebben zij alle een naar de aarde gebogen hoofd. De vogelen, die bestendig den luchtstroom moeten doorklieven, hebben een' spitsen bek en eene smal toeloopende borst, terwijl de vederen van watervogels als met eene olieachtige stof bestreken zijn. Daar meest alle vogels hun verblijf moeten zoeken op de takken der boomen, zijn hunne pooten zoodanig ingerigt, dat zij, zelfs slapende, veilig op de dunste takken kunnen blijven zitten. De visschen zijn voorzien van vinnen, die hun tot

roeispanen dienen; de staart bewijst hun dezelfde dienst, als het roer aan een schip; hun geheele ligchaamsbouw, in één woord, is volkomen naar hunne wijze van bewegen berekend.

Wie waagt het nu nog, na deze opmerkingen, die met tallooze even gewigtige te vermeerderen zijn, de Goddelijke Wijsheid en Almagt te miskennen? Die daartoe in staat is, toont den verheven' rang van redelijk mensch onwaardig te zijn, en verdient beneden het redeloos gedierte geplaatst te worden.

Het *Delfstoffenrijk* bevat die ligchamen, welke in den schoot der Aarde gevormd worden, en die geheel levenloos en onbewerktuigd zijn, dat wil zeggen, die niet door inwendige levenskracht, maar alleen door van buiten aangebragte oorzaken groeijen en vermeerderen.

Men kan de delfstoffen gevoegelijk verdeelen in *aardsoorten*, *steenen*, *metalen*, *brandbare stoffen* en *zouten*.

Aarden en *steenen* zijn zoodanige delfstoffen, die zich niet in water laten oplossen, zoo als, bij voorbeeld, het zout doet; die niet in vuur verbranden, en niet kunnen uitgerekt of uitgeslagen worden. Tot de voornaamste daarvan behooren:

De *keiaarde*, waaronder men die steenen rangschikt, welke, door staal geslagen, vuur geven. Onder deze verdienen vooral opmerking de zoogenoemde *edelgesteenten*, niet zoo zeer om het nut, dat zij aanbrengen, want zij dienen alleen tot sieraad en weelde, maar om hunne schaarschheid en de hooge waarde, die zij daardoor verkrijgen. Men noemt *edelgesteenten* de zoodanige, die door hardheid, doorschijnendheid, glans en kleur boven andere steenen uitmunten. Zij worden aangetroffen in de bergen en in de beddingen van sommige rivieren. In hunnen natuurstaat zijn zij alleen voor het oog der kenners van gewone steenen te onderscheiden. Zij verkrijgen hunne schoonheid eerst door slijpen. Onder hen is de *diamant* de meest schoone en kostbare. Hij ontleent zijne hooge waarde van de hardheid, zwaarte en zuiver water. Door dit laatste verstaat men de helderheid of zuiverheid van den diamant.

De *kleiaarden*, die in het vuur niet smelten, maar er hard in worden. Tot deze behooren *porseleinaarde*, *puimsteen*, dien men vooral in de nabijheid der Vulkanen vindt, en eene menigte andere soorten.

De *kalkaarde*, waaronder men rekent het *krijt*, den *dropsteen*, die, zoo als gij weet, menigvuldig in holen en grotten wordt gevonden, den gewonen *kalksteen*, alle *marmersoorten* en vele andere.

Onder de zoogenoemde *gemengde aardsoorten*, die uit *kei-*, *klei-* en *kalksteen* bestaan, rekent men den *graniet*, den *zandsteen*, enz. Tot den zandsteen behooren de *molensteen*, de *filtreersteen* en de *slijpsteen*.

Eene andere soort van delfstoffen zijn de *metalen;* vele daarvan worden door smelting verkregen uit eene stof, *erts* genoemd, welke in sommige bergachtige streken der Aarde menigvuldig wordt aangetroffen. In vroegere tijden kende men slechts 7 metalen: *goud*, *zilver*, *kwikzilver*, *koper*, *ijzer*, *tin* en *lood.* Latere Scheikundigen hebben dit getal tot 29 vermeerderd. Men onderscheidt de metalen in *edele* en *onedele.* Onder de eerste verstaat men *goud*, *zilver* en *platina* of *wijtgoud*, hetwelk vooral in het *Uralische Gebergte*, aan het oostelijk gedeelte van *Europa*, wordt aangetroffen. Tot de onedele metalen behooren *ijzer*, en het daaruit bereid wordende *staal*, *koper*, *tin*, *lood*, enz. — De voornaamste eigenschappen der metalen zijn: veel eigendommelijke zwaarte, ondoorschijnendheid, eigenaardige glans, onoplosbaarheid in water, smeltbaarheid, rekbaarheid en veêrkracht.

Onder de *brandbare stoffen* uit het Delfstoffenrijk behooren vooreerst het *pek* en de *berg-naftha*, eene stof, die in taaiheid en kleur veel overeenkomst met het pek heeft, de *steenkolen*, *zwavel* en vooral de *turf*.

Behalve het *zout*, dat wij uit zeewater verkrijgen, zoo als ik u vroeger gezegd heb, levert ook het Delfstoffenrijk eene groote hoeveelheid zout van verschillenden aard op. Alle zouten lossen zich in water op, en nemen, wanneer men dit water door eene matige hitte laat uitdampen, eene bijzondere gedaante aan, hetwelk men *kristalliseren* noemt.

De nuttigste soort is het gewone keukenzout, dat op vele plaatsen in den schoot der Aarde wordt gevonden; terwijl verder nog tot de zouten behooren het *Glauber-* of *wonderzout*, *bitterzout*, *aluin*, *salpeter*, enz., welke alle in de Geneeskunde en eenige andere bewerkingen van groot nut zijn.

Na dit kort overzigt van de voortbrengselen der drie Natuurrijken, wil ik u nog in eenige voorbeelden doen opmerken, met hoeveel wijsheid en liefde de Goddelijke Almagt aan iedere luchtstreek juist die voortbrengselen schonk, welke voor de aldaar heerschende luchtgesteldheid en de bijzondere behoeften der bewoners het meest geschikt zijn.

Bepalen wij ons hiertoe vooreerst bij de heete luchtstreek. — Het Plantenrijk levert aldaar de meest saprijke en verkoelende vruchten. Van de kokosnoot tot de kers, zijn bijna alle met verfrisschend vocht opgevuld, zoodat de door hitte bijna bezwijkende reiziger of landbouwer alom het middel vindt, om zijn aamechtig gehemelte te verkwikken. De graansoorten zijn alle ligt verteerbaar, en vorderen voor haren groei bijna geen' handenarbeid, welke ook door de drukkende hitte hoogst moeijelijk zou worden. Na eene korte rust, gedurende den regentijd, geven de akkers, als van zelve, en dat wel tweemaal in één' jaarkring, den bewoners een' overvloedigen oogst. Om hunner door warmte en weinigen arbeid verzwakte maag de zoo noodige geschiktheid tot vertering der spijzen te geven, groeijen er keur van specerijen, die er een' prikkelenden en aangenamen smaak aan mededeelen. — Uit het Dierenrijk vindt men er juist die soorten, welke de behoeften der bewoners het best kunnen vervullen. Daar vleeschspijzen voor hen, bij weinige ligchaamsbeweging, minder geschikt zijn, leveren zeeën en binnenwateren overvloed van smakelijke visch, en maken de verscheurende dieren de veeteelt voor hen moeijelijk; terwijl deze laatste hen van de nadeelige gevolgen bevrijden, welke het aas van doode dieren in hun warm klimaat zou kunnen hebben. Zij behoeven geene wollen kleederen, om zich te dekken, waarom zijwormen en groote boombladeren hun het noodige deksel verschaffen. — Het Delfstoffenrijk geeft hun wel niet het voor ons zoo onmisbare ijzer; dan dit hebben zij tot het vervaardigen hunner tenten en ligte woningen, of voor het bebouwen hunner akkers, niet noodig; maar hunne zucht voor pracht en glans, welke ontstaat uit verhoogde zinnelijkheid, door het ziedende bloed veroorzaakt, vindt in goud, paarlen en schitterende diamanten genoegzame bevrediging.

In de koude luchtstreek is het geheel anders gesteld. — Door den langen winternacht, levert het Plantenrijk, hetwelk zoowel licht als warmte tot zijn' groei behoeft, hier weinig verscheidenheid op; echter groeijen, in de daarop volgende lange zomerdagen, eenige planten en gewassen met eene bijna ongeloofelijke snelheid; terwijl die weinige, welke men er aantreft, voor den aard der bewoners juist geschikt zijn. Tegen de scheurbuik, eene in die luchtstreek meest heerschende ongesteldheid, vindt men er het heilzame lepelblad, en maakt het onder de sneeuw verborgen mos het eenige voedsel der voor hen zoo nuttige rendieren uit. Gemis aan boomen wordt hun door menigvuldig drijfhout, dat de stroom der zee uit andere gewesten tot hen voert, vergoed; walvischvet en traan vervangen het brandhout. — Voor hetgene het Plantenrijk hun onthoudt, worden zij door het Dierenrijk ruimschoots schadeloos gesteld. Hunne zeeën zijn voorzien van eene ontelbare menigte visschen, welke met zeehonden, walrussen en andere zeedieren hun voedsel en brandstof verschaffen. De jagt op beeren en vossen geeft hun eene bestendige beweging, die den omloop van hun door koude verstijvend bloed bevordert, en hun, behalve welsmakend vleesch, ook eene verwarmende kleeding oplevert. De wijze Voorzienigheid schonk aan de aldaar levende dieren eene met digte haren bezette, verwarmende huid, die, onder den naam van *pelswerk*, ook bij ons zeer gezocht is. En boven dit alles vindt men er de voor al hunne behoeften zoo zeer geschikte rendieren. Zij voeden zich met hun vleesch en hunne melk, gebruiken de huid, om zich te kleeden en om er hunne hutten mede te bedekken; het rendier is hun last- en trekdier: voor de slede gespannen, bewijst het hun de dienst der beste paarden. Bij al die voorregten is dit dier zeer gemakkelijk te onderhouden; zijn voedsel bestaat alleen in mos en drooge bladeren, welke hij, zelfs wanneer de grond met sneeuw bedekt is, weet op te sporen.

Midden, tusschen de beide genoemde luchtstreken gelegen, vindt men, in de gematigde, zoowel de voortbrengselen van deze beide, als vele andere, die er uitsluitend aan eigen zijn. — Het Plantenrijk levert er, door de

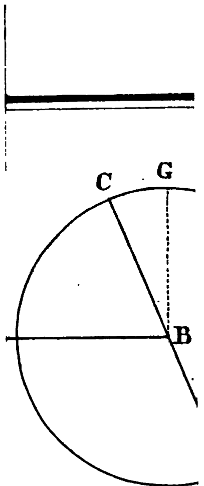
groote verscheidenheid van het weder, de meest verschillende gewassen op. Vele uit warmere gewesten overgebragte gewassen weigeren er hunne vruchten niet; terwijl de wijnstok, die zoomin koude als te groote hitte kan verdragen, de bijzondere eigendom van deze luchtstreek is. — Ook het Dierenrijk biedt hier de grootste verscheidenheid aan, en vervult ruimschoots de verschillende behoeften der bewoners; terwijl eindelijk het Delfstoffenrijk wel niet zoo rijk is in edele metalen, als in de heete luchtstreek, maar zooveel te meer andere, onontbeerlijke metaalsoorten oplevert.

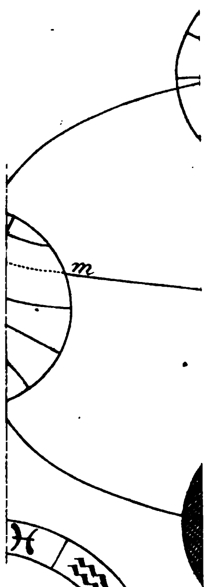
Eene opmerking, door sommigen gemaakt, en die de aandacht van deskundigen overwaardig is, wil ik nog, tot besluit, hierbij voegen. Het is namelijk deze, dat ieder Land de geneesmiddelen oplevert voor de aan hetzelve eigenaardige kwalen.

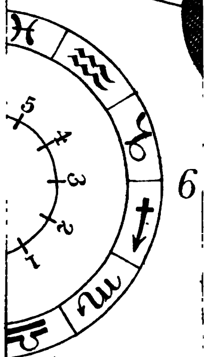
En zoo hebben wij dan nu, mijne vrienden! onze Aarde niet slechts leeren kennen als eene voor ons geschikte woonplaats, maar tevens als alles opleverende, wat wij tot onderhouding van ons leven en tot vermeerdering onzer genoegens noodig hebben. Genieten wij dan vrijelijk het goede en aangename dezer Aarde; daarvoor heeft de onvolprezene goedheid van den Schepper het ons geschonken; maar vergeten wij bij dit genot niet, dat het ons wordt verleend door een Wezen, dat, oneindig verheven, voor geene vermeerdering van geluk vatbaar is, en dat dus uit geheel belangelooze liefde ons verblijf op Aarde met zoo veel goeds en aangenaams heeft verbonden. Dat deze gedachte ons aanspore, om, door ons denken en handelen, bestendig aan die liefde te beantwoorden; dan zal niet alleen alle aardsch genot voor ons verhoogd en veredeld worden; maar dan zullen wij ook — de komst op Aarde van onzen gezegenden Verlosser en Zaligmaker waarborgt het ons — vatbaar worden, om eenmaal uit zijne Vaderhand een beter Vaderland en zaliger verblijf te ontvangen, waar wij zijne alles overtreffende Wijsheid en Liefde eerst regt zullen kennen en waarderen!

Wie is wijs? die neme deze dingen waar, en dat zij verstandig letten op de goedertierenheden des Heeren!

Psalm CVII: 43.


C
G
B


m


5
4
3
2
1
6